



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA SYSTÉMOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Vývoj a predikce chovu dobytka v zemědělském podniku  
Development and Prediction of Cattle Breeding in Agricultural Company

Student:

Marek Štěpán

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Blanka Bazsová, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Ekonomická fakulta  
Katedra aplikované informatiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Marek Štěpán**

Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: 6209R017 Informatika v ekonomice

Téma: **Vývoj a predikce chovu dobytka v zemědělském podniku**  
**Development and Prediction of Cattle Breeding in Agricultural**  
**Company**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Teoretická a metodická východiska analýzy, modelování a predikce dat
3. Analýza současného stavu
4. Aplikace vybraných metod řešení a jejich zhodnocení
5. Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Seznam příloh

Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

GROS, Ivan. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0421-8.

HYNDMAN, Rob J. and George ATHANASOPOULOS. *Forecasting: principles and practice*. 2nd edition. Melbourne: OTexts, 2018. ISBN 978-0-9875071-1-2.

PLEVNÝ, Miroslav a Miroslav ŽIŽKA. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010. ISBN 978-80-7043-933-3.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Blanka Bazsová, Ph.D.**

Datum zadání: 22.11.2019

Datum odevzdání: 07.05.2020



---

Ing. Petr Rozehnal, Ph.D.  
vedoucí katedry

---

doc. Ing. Lenka Kauerová, CSc.  
proděkanka pro studium  
na základě pověření k jednání č.j.  
VSB/19/050319/9900 ze dne 24. 9. 2019

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci, včetně všech příloh, vypracoval samostatně.

V Ostravě dne 7.5.2020

Marek Hájek

jméno a příjmení studenta

**Poděkování:**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce, Ing. Blance Bazsové, Ph.D. za cenné rady a odborné připomínky. Zároveň bych chtěl poděkovat zemědělskému družstvu, které mi poskytlo všechna potřebná data k analýze.

# Obsah

1 Úvod .....	5
2 Teoretická a metodická východiska analýzy, modelování a predikce dat.....	6
2.1 Problém a proces jeho řešení .....	6
2.1.1 Kvantitativní analýza.....	6
2.1.2 Kvalitativní analýza .....	7
2.1.3 Proces systémového řešení problému .....	7
2.2 Systémová dynamika a systémové myšlení.....	8
2.2.1 Metodologie systémové dynamiky .....	9
2.2.2 Principy vytváření modelů systémové dynamiky .....	9
2.2.3 Základní vzory chování .....	10
2.2.4 Systémové archetypy.....	11
2.3 Modely a modelování.....	13
2.3.1 Klasifikace modelů.....	14
2.3.2 Struktura modelu systémové dynamiky .....	17
2.3.3 Popis tvorby modelu systémové dynamiky .....	17
2.3.4 Příčinné diagramy .....	18
2.3.5 Proměnné modelu systémové dynamiky .....	19
2.3.6 Model systémové dynamiky Predátor-kořist.....	20
2.3.7 Počítačová simulace .....	21
2.3.8 SW podpora modelů systémové dynamiky .....	22
2.4 Predikce dat a její význam.....	24
3 Analýza současného stavu .....	26
3.1 Vývoj spotřeby masa v ČR.....	26
3.2 Charakteristika družstva a chovu .....	29
3.2.1 Popis chovu v zemědělském družstvu.....	29
4 Aplikace vybraných metod řešení a jejich zhodnocení .....	33
4.1 Mentální diagram .....	33
4.2 Příčinný diagram.....	33
4.3 Diagram toků .....	34
4.4 Simulace .....	37
4.4.1 Scénář č. 1.....	37
4.4.2 Scénář č. 2.....	38
4.4.3 Scénář č. 3.....	40
4.4.4 Zhodnocení výsledků .....	41
5 Závěr.....	42

Seznam použité literatury .....	44
Seznam zkratek .....	46



# 1 Úvod

V podnikání se může vyskytnout řada problémů, které je potřeba vyřešit. Nejlepším způsobem eliminace problémů je zajistit, aby tyto problémy vůbec nevznikly. Jedním ze způsobů, jak toho dosáhnout, je zjištění budoucího vývoje s pomocí predikce dat. Predikce předpokládá definici systému a popis modelu, včetně popisu vybraných proměnných modelu. Predikce dat umožňuje odhadnout budoucí vývoj firmy a tím se lépe přizpůsobit a připravit na budoucnost. Predikované faktory ovlivňují její celkovou úspěšnost. Díky uvažovaným scénářům může firma lépe pochopit modelovaný systém a může se připravit na nečekané změny, rušivé vlivy, rizika apod. Predikce usnadňuje další rozhodování firmy z pohledu přípravy, alokace a organizace dalších zdrojů – personálních, materiálních, finančních atd. Klíčem ke správné predikci dat jsou kvalitní a spolehlivé informace.

Hlavním cílem této bakalářské práce je provést predikci vývoje populace prasat v zemědělském družstvu. Predikce je provedena za účelem zvýšení tržeb zemědělského družstva v následujícím období. Snahou je také zjistit, jaké klíčové proměnné ovlivňují modelovaný systém a simulovat změnu ceny s vepřovým masem a její vliv na tržby z jeho prodeje. Bude použita metoda systémové dynamiky.

Tato práce je rozdělena do pěti kapitol. Druhá kapitola je věnována teoretické části práce, ve které jsou vysvětleny základní pojmy, se kterými se v návrhu řešení pracuje, jako je např.: problém, model, simulace a predikce dat. Stěžejním tématem v této kapitole je charakteristika a popis metody systémové dynamiky, rozbor systémových archetypů a základních vzorů chování. Speciální pozornost je věnována modelům a jejich klasifikaci.

Třetí kapitola popisuje současnou situaci v zemědělském družstvu. Zabývá se také situací masného průmyslu v ČR, zejména produkcí a spotřebou vepřového masa. Je zde popsáno i postavení ČR v rámci Evropy i vůči jiným státům světa.

Ve čtvrté kapitole jsou navrženy a popsány diagramy, které jsou součástí metody systémové dynamiky a vedou k predikci dat. Jedná se o diagram mentální, příčinný a diagram toků. K jejich vytvoření byl použit speciální software Vensim. Za účelem predikce jsou v další části této kapitoly popsány jednotlivé scénáře, které demonstrierají situace, které mohou nastat na trhu s vepřovým masem. V závěru dochází k jejich porovnání a finálnímu vyhodnocení.

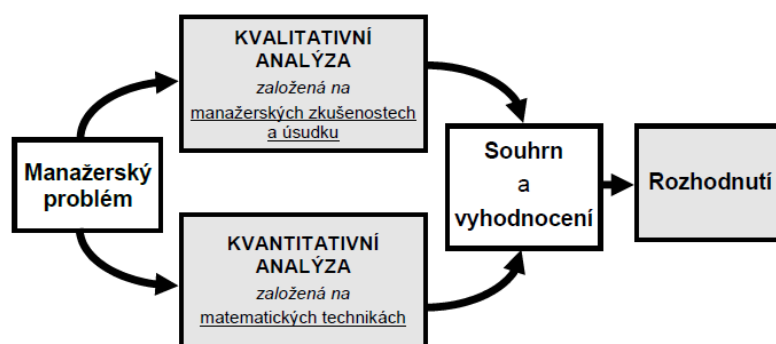
## 2 Teoretická a metodická východiska analýzy, modelování a predikce dat

### 2.1 Problém a proces jeho řešení

Hlavním předmětem manažerského rozhodování je řešení určitého problému. Gros (2003) definuje problém jako *“rozpor mezi cílem, kterého chceme dosáhnout, a prostředky, které máme pro jeho dosažení k dispozici,”* (Gros, 2003, str. 15). Pro problém je typické, že vyžaduje řešení rozporů mezi požadavky a zdroji, nebo rozporů mezi současným a požadovaným stavem systému. Pro každý problém existuje velké množství variant jeho řešení a nalézt nejvhodnější z nich není snadné. Spousta manažerů dělá chybu v tom, že specifikuje pouze povrchové symptomy určitého problému a nejsou schopni podchytit skutečnou příčinu jeho vzniku. Proto je důležité, aby hned na začátku procesu jeho řešení, bylo jeho vymezení a definice. Pro správné vymezení konkrétního problému je důležité formulování cílů a jejich případná dekompozice na dílčí cíle. V neposlední řadě je důležité určení omezujících podmínek, kterými může být potenciální řešení limitováno (Gros, 2003).

Manažeři se ve své praxi často setkávají s různě složitými problémy, které vyžadují řešení. Problém můžeme vyřešit použitím kvalitativní nebo kvantitativní analýzy. Po ukončení jedné z uvedených analýz provedeme celkový souhrn a finální zhodnocení získaných výsledků, na jejichž základě můžeme provést finální rozhodnutí. Celý rozhodovací proces je znázorněn v obrázku 2.1 (Plevný, 2010).

Obr. 2.1: Rozhodovací proces



Zdroj: Plevný (2010, str. 4)

#### 2.1.1 Kvantitativní analýza

Pro rozbor určitých problémů se v případě kvantitativní analýzy využívá tzv. kvantitativních dat, což jsou číselné údaje, na jejichž základě lze sestavit tzv. kvantitativní

model, který popisuje zkoumaný systém. Z řešení daného modelu pak můžeme získat potřebné kvantitativní údaje, které je potřeba správně interpretovat a dá, aby bylo možné je využít a dát manažerovi k dispozici, aby se správně rozhodl. Klíčovou vlastností manažera je u této analýzy jeho schopnost sestavit dostatečně jednoduchý model, který se bude co nejvíce blížit reálnému systému a zároveň bude jednoduché ho řešit a získat z něj potřebné informace. Je nezbytně nutné, aby manažer nebo jeho analytik ovládal pestrou škálu matematických technik, které při řešení modelu využije (Plevný, 2010).

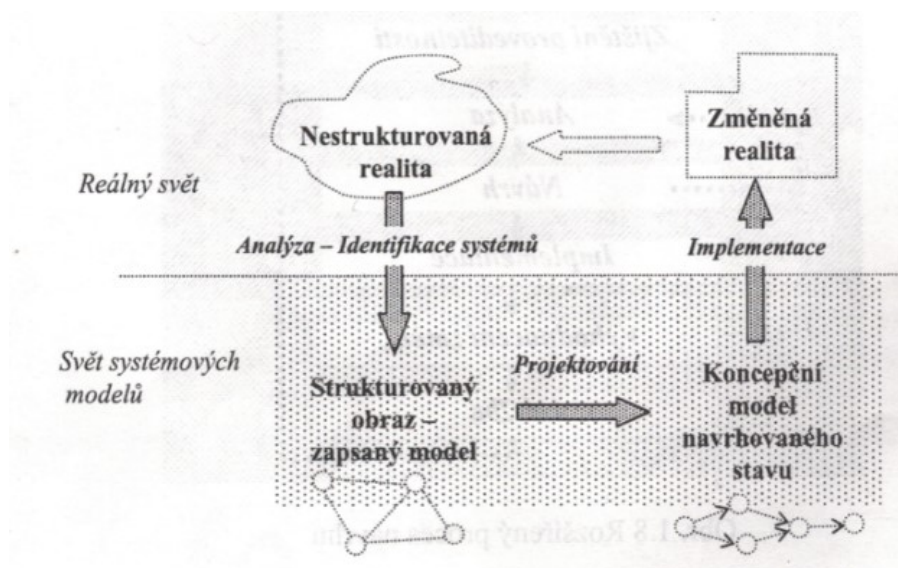
### 2.1.2 Kvalitativní analýza

Kvalitativní analýza na rozdíl od kvantitativní nic nepropočítává, ale dochází v ní k posuzování jednotlivých rozhodnutí na základě toho, jaký bude jejich dopad na celkový systém. Pro manažera jsou u této analýzy klíčové jeho zkušenosti, znalosti a správný odhad. Kvalitativní a kvantitativní analýzu nelze provádět současně. Pro každou situaci je vhodnější jiná analýza. Zároveň záleží i na vlastnostech konkrétního problému, který je potřeba vyřešit. Pro učinění co nejlepších rozhodnutí je vhodné provést souhrn a vyhodnocení obou analýz (Plevný, 2010).

### 2.1.3 Proces systémového řešení problému

Systémové řešení problému je složeno ze tří částí, které jsou vidět na obrázku 2.2, analýzy, projektování a implementace. Ve fázi analýzy se snažíme řešit konkrétní problémy a na základě toho se nesnažíme pracovat s celým systémem, nýbrž s jeho částmi. Snažíme se vypracovat základní popis problému a díky tomu stanovíme základní přístup nebo určitý náhled, který nám pomůže identifikovat daný systém. Výstup analýzy tvoří strukturovaný obraz současného stavu. Ve fázi projektování se snažíme o návrh koncepčního modelu, který vede k vylepšení původního stavu. Navrhované řešení dále ověřujeme a testujeme. K tomu nám slouží především simulační modely, které dokážou minimalizovat případná rizika spojená s chybným rozhodnutím. Poslední fází je implementace, kde dochází k zavedení řešení do reálného světa. K úspěšné implementaci je dobré využívat metod projektového řízení. Celý tento cyklus od analýzy po implementaci se neustále opakuje, protože manažeři jsou neustále stavěni před další a další problémy, které se s rychle měnící situací neustále objevují (Vytlačil, 2007).

Obr. 2.2: Etapy systémového řešení problémů



Zdroj: Vytlačil (2007, str. 13)

Proces znázorněný na obrázku 2.2 lze obohatit o další etapy, jako je např. stanovení cílů, kterých chceme dosáhnout, zjištění proveditelnosti, která slouží k tomu, abychom zjistili, zda jsou cíle dosažitelné, dále vyhodnocení změn, kde se snažíme zjistit efekt navržených a implementovaných řešení, a také zde můžeme zpracovat obecné výsledky, které využijeme v dalších projektech. V neposlední řadě pak můžeme celý proces doplnit o údržbu, která je důležitá především v systémech, ve kterých může dojít k legislativním změnám (Vytlačil, 2007).

## 2.2 Systémová dynamika a systémové myšlení

Systémová dynamika je vědní disciplína, kterou vytvořil v 50. letech 20. století profesor Jay W. Forrester z Massachusetts Institute of Technology. Zabývá se zkoumáním komplexních sociálních a socio-technických systémů na základě chování jednotlivých částí daného systému a vazeb mezi nimi. Zkoumá zpětnovazebné smyčky a časové zpoždění vzájemných kauzálních vlivů a vedlejších efektů. Ověřuje již formulované hypotézy. Systémová dynamika je založena na systémovém myšlení, které můžeme označit jako tzv. špičku ledovce, která je tvořena událostmi a vzory. Těsně nad hladinou se ještě nacházejí viditelné struktury systému. Čím více se se systémem seznamujeme, tím více se dostáváme do jeho jádra k virtuálním nehmateriálním strukturám systému. Těmito strukturám nám pomáhají porozumět naše mentální modely, které tvoří základnu celého ledovce. Obecně můžeme tvrdit, že se od dat a faktů dostáváme pomocí našich znalostí a informací k hypotézám, které objasňují příčiny událostí. Tento proces funguje oběma směry, od hypotéz se můžeme dostat k datům a

informacím, které nám pomohou pochopit strukturu systému. Tím se o daném systému dozvídáme více a více informací, které nám pomohou identifikovat jeho klíčová místa a tím můžeme efektivněji vyřešit náš problém (Janišová a Křivánek, 2013).

Systémovou dynamiku lze aplikovat na mnoho komplexních systémů, které se od sebe výrazně liší. Jedná se např. o ekologické systémy, tržní hospodářství, problémy rozvojových zemí či epidemie (Janišová a Křivánek, 2013).

### 2.2.1 Metodologie systémové dynamiky

Metodologie systémové dynamiky je postavena na existenci několika základních principů a myšlenek, které dokážou popsat a zobrazit různé stavy systémů, příčiny jejich změn a řízení systémů v čase. Prvním principem je, že dynamické chování reálného světa si lze představit jako hladinu, do které vstupují a z ní vystupují určité toky. Dalším principem je závislost stavu jedné hladiny na stavu hladiny v předchozím časovém okamžiku. S tím souvisí intenzita přítoků a odtoků, které proběhly za daný čas mezi těmito dvěma hladinami. Třetí myšlenkou je fakt, že hladiny a toky jsou spojeny zpětnovazebnými smyčkami, které zprostředkovávají přesun informací od hladiny k toku. Tok v reakci na dané informace hladinu určitým způsobem ovlivní. Podle účinků rozlišujeme dva druhy zpětnovazebných smyček, pozitivní a negativní. Pozitivní smyčka představuje samozesilující chování, zatímco negativní představuje stabilizující chování. Jednotlivé smyčky se zpětnou vazbou jsou propojeny často velmi komplikovaným způsobem, díky tomu musí informace o hladině urazit velmi dlouhou cestu, aby ji ovlivnili. Chování dynamického systému je závislé na interakci mezi hladinami, toky, zpětnovazebnými smyčkami a nelineárními vazbami, což není jednoduché matematicky vyjádřit a pro lidskou mysl není jednoduché celý systém pochopit. Pro pochopení komplexních systémů se proto v praxi používají tzv. počítačové simulace (Vlček a Chuchro, 1999).

### 2.2.2 Principy vytváření modelů systémové dynamiky

Otázka, která má být zodpovězena, předchází návrhu modelu. Struktura systému s uzavřenou smyčkou musí být zohledněna v modelu. Časová zpoždění, zesílení a zkreslení informací musí být adekvátně zastoupeny. Všechny konstanty a proměnné modelu mohou a měly by být protějšky odpovídajících veličin a konceptů v aktuálním systému. Dimenzionální měrné jednotky modelů musí být pečlivě konzistentní. Preferovanou praxí je začít kontinuální (nestochastickou) základní strukturou

systémových rozhodnutí a později přidat náhodnost a periodické vlivy. Modelové formulační metody by neměly předpokládat linearitu nebo stabilitu systému (Forrester, 2013).

Zesílení je nejdůležitější charakteristikou určující chování zpětnovazebných informačních systémů. Dochází k němu na mnoha místech našeho sociálního systému. Vzniká v zásadách, které definují rozhodnutí, která řídí rychlost toku. Zásady a rozhodnutí z nich vyplývající, musí být pečlivě prozkoumány, protože jsou zdrojem zesílení v sociálních systémech (Forrester, 2013).

### 2.2.3 Základní vzory chování

Pelánek (2011) tvrdí, že kvalitní modely založené na systémové dynamice nevznikají složitou kombinací vztahů mezi proměnnými, ale spojením několika již existujících vzorů chování, které je možné v modelech zachytit. Jsou rozlišovány tyto základní typy vývoje (Pelánek, 2011):

#### 1) Lineární vývoj

U tohoto vzoru dochází ke změně konstantní rychlostí a neobsahuje zpětnou vazbu. Jedná se např. o stavbu železniční trati stabilním tempem nebo fixní čerpání neobnovitelného zdroje (Pelánek, 2011).

#### 2) Exponenciální vývoj

Exponenciální vývoj je řízen pozitivní zpětnou vazbou. Rychlost, s jakou dochází ke změnám je úměrná velikosti hladiny. Příkladem tohoto typu chování je populační růst s neomezenými zdroji a samovolný rozpad jaderného materiálu (Pelánek, 2011).

#### 3) Logistický vývoj

U tohoto vzoru chování dochází nejprve k exponenciálnímu růstu a poté následuje přibližování k rovnováze (zapříčiněno např. kapacitou). Jedná se o kombinaci pozitivní a negativní zpětné vazby. Příkladem může být např. populační růst s fixními zdroji, šíření nákazy nebo informací (Pelánek, 2011).

#### 4) Přestřel a kolaps

Vzorec chování přestřel a kolaps je tvořen dvěma hladinami, z nichž první je neobnovitelná a druhá je na ní závislá a spotřebovává ji. Jedná se o kombinaci pozitivní a negativní zpětné vazby. Příkladem tohoto chování je např. populační růst s neobnovitelnými zdroji a epidemie smrtelné nemoci (Pelánek, 2011).

## **5) Oscilace**

Oscilaci představují dvě závislé hladiny, které jsou propojeny negativní zpětnou vazbou se zpožděním. Jedná se např. o systémy predátor-kořist, konzument a obnovitelný zdroj či regulace teploty (Pelánek, 2011).

### **2.2.4 Systémové archetypy**

Rozhodování může mít spoustu vedlejších efektů, které představují pro manažery ve firmách rušivý element. K odhalování těchto vedlejších efektů a zkoumání jejich příčin slouží tzv. systémové archetypy. Tyto archetypy dokážou zachytit typické jevy a trendy ve firmě a usnadňují nám zobrazení příčinných vztahů a jejich další zkoumání. Celkem existuje deset základních archetypů (Janišová a Křivánek, 2013).

#### **1) Limity růstu**

Tento archetyp je kombinací dvou smyček. První smyčka zachycuje růst, který se v čase neustále zvětšuje. Tento růst však není nekonečný a po čase dochází k jeho zpomalení. Na první posilující smyčku začne působit opačná vyvažující smyčka, která způsobí pokles růstu. V určité chvíli dojde k tomu, že vyvažující smyčka převáží posilující smyčku a narazíme na limity růstu. Posilující smyčka se začne chovat protirůstově a celý systém spadne do spirály, ze které není snadné se dostat a je poměrně obtížné nastartovat nový růst (Janišová a Křivánek, 2013).

#### **2) Posouvání břemene**

Archetyp posouvání břemene je ve firmách velmi častý a poskytuje jim řešení velkého množství problémů v podnikání. Skládá se ze dvou vyvažujících smyček a jedné, která neustále roste. První vyvažující smyčka souvisí s řešením symptomů daného problému, zatímco druhá se zabývá samotným řešením problému. Řešení symptomů je sice rychlé, ale nevyřeší problém úplně. Navíc je spojeno se vznikem vedlejších efektů, které problém neustále zvětšují. To vede ke snaze najít konečné řešení, které problém odstraní. Dochází tak ke střetu krátkodobých a dlouhodobých řešení. Krátkodobá jsou poměrně snadno aplikovatelná, ale neřeší problém úplně. Dlouhodobá řešení sice problém vyřeší, ale je těžké taková řešení najít a také implementovat (Janišová a Křivánek, 2013).

#### **3) Rozměňování cílů**

Tento archetyp souvisí s přístupem k uskutečnění nějaké ambiciózní vize podniku. Je tvořen dvěma vyvažujícími smyčkami, které vedou k naplnění námi

vybraného cíle. V případě, že máme příliš ambiciózní cíl, dochází buď k tlaku na samotný cíl, nebo na akci, která vede k jeho splnění. Tlak na cíl způsobí zmenšení cíle, který je pak snadněji dosažitelný a tlak na akci způsobí zlepšení současných podmínek. V případě, že si zvolíme příliš neambiciózní cíl je princip velmi podobný. Buď dojde ke zvětšení cíle, nebo k zvětšení úsilí. U tohoto archetypu může dojít k přijetí uspěchaných a extrémních rozhodnutí, proto je dobré zaměřit se především na plánování cílů (Janišová a Křivánek, 2013).

#### **4) Eskalace**

Archetyp eskalace je tvořen dvěma vyvažujícími se smyčkami. První zobrazuje aktivita subjektu A, druhá subjektu B. Společným subjektem těchto smyček je poměrování sil, podle kterého vyvíjí činnost buď subjekt A nebo subjekt B. Tato činnost zpravidla způsobuje protiakci, která vede k vyrovnání sil, resp. překonání síly druhého objektu. Typickým příkladem je cenová válka. Řešením je vyjednávání, nalezení kompromisu nebo společného cíle, který povede ke spolupráci (Janišová a Křivánek, 2013).

#### **5) Úspěch úspěšnému**

U archetypu úspěch úspěšnému tvoří dvě posilující smyčky dva cykly, z nichž první se neustále zlepšuje, zatímco druhý má sestupnou tendenci. Jedná se o přerozdělování zdrojů mezi dva subjekty, např. mezi dvě firmy nebo mezi pracovní a rodinný život. U tohoto archetypu je důležité udržovat oba zdroje v rovnováze a podpora spolupráce (Janišová a Křivánek, 2013).

#### **6) Tragédie společného**

V archetypu tragédie společného se jedná o dvě vyvažující smyčky, které vyrovnávají dvě rostoucí posilující smyčky. Posilující smyčky představují neustálé provádění aktivit dvou subjektů, které vytváří společný zisk. Vyvažující smyčka pak představuje odčerpávání zdrojů, které způsobují ztrátu zisku, což vede k útlumu aktivity. Je tedy nutné, aby oba subjekty mezi sebou komunikovaly a našli společný cíl, v opačném případě je nezbytný zásah regulátoru (Janišová a Křivánek, 2013).

#### **7) Růst a nedostatečné investice**

Tento archetyp je hodně podobný archetypu limita růstu, který byl zmíněn výše. Limit v tomto případě tvoří současná výkonnost firmy. Pokud se růst přibližuje tomuto



limitu, lze jej znovu nastartovat investicemi do vlastních zdrojů. V případě, že se firma dostane za svůj limit růstu, reaguje tak, že sníží svou výkonnost a klesá tak potřeba investovat. V případě tohoto archetypu je důležité zaměřit se zejména na plánování investic (Janišová a Křivánek, 2013).

### **8) Nahodilí protivníci**

Tento archetyp se podobá archetypu eskalace. Je reprezentován komplexním diagramem, který se skládá ze tří etap. V první etapě vzniká aliance dvou subjektů, jejichž akce si vzájemně napomáhají. Ve druhé etapě oba subjekty podnikají samostatné kroky k navýšení své výkonnosti. I když tyto kroky nezpůsobují druhému subjektu problémy, nemusí s nimi souhlasit. Ve třetí etapě se může stát, že akce jednoho subjektu začnou škodit druhému subjektu a vzniká mezi nimi nevraživost. Řešením tohoto archetypu je promýšlení vlastních akcí za účelem udržení spolupráce s jiným subjektem (Janišová a Křivánek, 2013).

### **9) Neúspěšná náprava**

Vzhledem k tomu, že archetyp neúspěšná náprava se snaží řešit symptomy problému, je velmi podobný archetypu posouvání břemene. Na rozdíl od posouvání břemene však nedokáže symptomy vyřešit, a to ani dočasně. Navíc způsobuje poměrně vážné komplikace, které přinášejí další a další problémy. Řešením tohoto archetypu je zaměřit se především na dlouhodobá řešení a krátkodobá využívat jen v případě nouze (Janišová a Křivánek, 2013).

### **10) Princip atraktivity**

Princip atraktivity je po růstu a nedostatečné investici dalším archetypem, který se podobá limitě růstu. Tento archetyp přidává k variantě limita růstu další vyvažující smyčky, které představují nové výzvy pro daný subjekt. Princip atraktivity řeší, která z výzev je nejatraktivnější, kterou je potřeba řešit prioritně, nebo která je nutná k fungování subjektu. Je doporučeno, aby se vybralo řešení, které přinese minimum vedlejších efektů nebo popřemýšlet, zda nelze aplikovat několik řešení paralelně (Janišová a Křivánek, 2013).

## **2.3 Modely a modelování**

Bez ohledu na to, o kterém typu modelu hovoříme, platí pro každý z nich dvě základní charakteristiky. První z nich je, že model by měl vždy představovat reálný

system, se kterým souvisí daný problém, který je potřeba vyřešit. Druhou charakteristikou je fakt, že model by měl být nedokonalým obrazem skutečnosti. Nedokonalým proto, že pokud by model popisoval danou skutečnost do všech detailů, stávala by se z něj dokonalá kopie reálného systému a přišli bychom o největší výhodu modelu, jeho jednoduchost. Zároveň by ale měl popisovat všechny klíčové vlastnosti reality, abychom došli ke správnému řešení (Plevný, 2010).

Proces, který vede k sestavení modelu se nazývá modelování. Modelování se snaží rychle a účinně poskytovat informace, které jsou stěžejní pro podnikové řízení. K tomu využívá nepřehledné množství metod, přístupů a technik, které vedou k vyřešení problému nebo otázek, na které je potřeba znát odpověď. Modelování a samotné modely mají tři základní funkce, funkci poznávací, vysvětlovací a integrační. Díky těmto funkcím dokáže modelování rychle a objektivně posoudit účinky plánovaných rozhodnutí a zohlednit většinu významných souvislostí (Vlček a Chuchro, 1999).

### 2.3.1 Klasifikace modelů

Modelů existuje celá řada a lze je klasifikovat hned několika způsoby.

#### **Klasifikace modelů dle Grose**

Podle Grose existují tři základní klasifikace modelů (Gros, 2003):

##### **1) Podle fyzické podoby modelů**

- zmenšené repliky reálných objektů, např. modely automobilů nebo letadel
- funkční obdoby reálných objektů, tzv. analogové modely
- modely, které formalizují reálný objekt pomocí symbolů, matematických výrazů a vztahů, tzv. matematické modely

##### **2) Podle očekávaného použití modelů**

- popisné modely vyjadřují základní vztahy v reálném objektu a vytvářejí podklady pro hodnocení jeho úrovně
- prognostické modely, někdy označovány také jako statistické, jsou používány pro odhad budoucího vývoje
- optimalizační modely jsou modely jejichž hlavním cílem je hledání nejlepší varianty řešení problému

##### **3) Podle tvaru výstupů**

- deterministické modely, u kterých lze stejným vstupům přiřadit tytéž výstupy, tj. konstanty
- stochastické, jinak známé také jako pravděpodobnostní modely, u nichž lze zadaným vstupům přiřadit výstupní veličiny jen s určitou pravděpodobností

## **Klasifikace modelů dle Forrestera**

### **1) fyzické a abstraktní**

Fyzické modely jsou nejlépe pochopitelné. Jsou většinou fyzickými replikami, často ve zmenšeném měřítku. Statické fyzické modely, stejně jako architektonické modely, nám pomáhají vizualizovat plány podlaží a prostorové vazby. Dynamické fyzické modely jsou používány např. ve větrných tunelech k zobrazení aerodynamických charakteristik navrhovaných designů letadel (Forrester, 2013).

Abstraktní modely jsou tvořeny spíše symboly než fyzickými zařízeními. Abstraktní model je mnohem více obecný než fyzický model, ale je méně rozpoznatelný, k čemu slouží. Symbolismus může být použit jako psaný jazyk nebo myšlenkový proces. Mentální obraz nebo slovní popis může vytvořit model podniku a jeho procesů. Nejsou to reálné podniky, nejsou nutně správné, ale pomáhají nám zobrazit myšlenky související s reálným systémem, které jsou těmito modely reprezentovány. Speciálním případem abstraktního modelu jsou matematické modely, které nám pomáhají lépe pochopit modelovaný systém (Forrester, 2013).

### **2) statické a dynamické**

Modely nemusí vždy reprezentovat situace, které se s časem mění. Statické modely popisují vztahy, které se nemění s časem. Dynamické modely pracují se vztahy, které se v čase mění (Forrester, 2013).

### **3) lineární a nelineární**

Modely, které reprezentují reálný systém, mohou být lineární nebo nelineární, a stejně se klasifikují také modely. V lineárním systému jsou vnější vlivy na systém čistě aditivní. Lineární modely jsou dostačující ve fyzikálních vědách, ale selhávají v reprezentaci základních charakteristik průmyslových a sociálních procesů. Z hlediska získávání explicitních matematických řešení jsou lineární modely mnohem jednodušší než nelineární. Až na zanedbatelné výjimky, není matematická analýza schopna řešit obecná řešení nelineárních systémů. V důsledku toho se často lineární

modely používají k přibližování jevů, které jsou nelineární. Výsledkem toho je, že nelineární charakteristika je ztracena. Příkladem nelineárních modelů jsou simulační modely (Forrester, 2013).

Pokud již nebudeme trvat na získání obecného řešení, které v kostce popisuje všechny možné charakteristiky chování systémů, rozdíl v obtížnosti mezi lineárními a nelineárními systémy zmizí. Simulační metody, které získají pouze konkrétní řešení pro každou zvlášť specifikovanou sadu okolností, mohou stejně snadno pracovat jak s nelineárními, tak i s lineárními systémy (Forrester, 2013).

#### **4) stabilní a nestabilní**

Dynamické modely, které se v čase mění, mohou být rozděleny na modely stabilní a nestabilní, podle toho, jestli systémy, které reprezentují jsou stabilní či nestabilní. Stabilní systém je ten, který má tendenci se po narušení vrátit do původního stavu. Může dojít např. k oscilaci, ale poruchy postupně slábnou až nakonec vymizí (Forrester, 2013).

V nestabilním systému, který začíná v klidu, je počáteční porucha zesílena, což vede k růstu nebo k oscilacím, jejichž amplituda se zvyšuje. Nelineární systém, který je za normálních podmínek nestabilní, může vykazovat výkyvy, které rostou až do okamžiku, kdy jsou omezeny nelineárními vlivy. Podporované výkyvy by pak mohly být považovány za snahu dosáhnout stabilní amplitudy typu vrchol-údolí. V ekonomických systémech je například horní hranice tvořena zdroji, které má podnik k dispozici a dolní hranici tvoří nulová aktivita podniku. Poznatky jsou takové, že průmyslový a ekonomický systém, který je předmětem největšího zájmu, bude často tohoto typu, kde malé poruchy narůstají nestabilním způsobem až do omezení nelinearitami (Forrester, 2013).

#### **5) otevřené a uzavřené**

Modely mohou být také otevřené nebo uzavřené. Rozlišujeme různou míru otevřenosti vůči okolí. Uzavřený dynamický model je takový model, který není nijak propojený s vnějšími proměnnými, které jsou generovány mimo samotný model. Je to model, který interně generuje hodnoty proměnných v čase pomocí interakce proměnných mezi sebou. Uzavřený model může vykazovat zajímavé a informativní chování bez přijetí vstupní proměnné z externího zdroje (Forrester, 2013).

### **Klasifikace modelů dle Vlčka a Chuchra**

Vlček a Chuchro (1995) člení modely a systémy podobně jako Forrester. Definice těchto druhů modelů je uvedena v kapitole 2.3.1.

- a) z hlediska času
  - statické a dynamické
- b) z hlediska složitosti
  - jednoduché, složité a velmi složité
- c) z hlediska chování
  - deterministické, stochastické a náhodilostní
- d) z hlediska shody s originálem
  - izomorfní a homomorfní
- e) z hlediska účelu a cílů modelování
  - popisné, vysvětlovací, projekční (plánovací) a optimalizační
- f) z hlediska způsobu a formy zobrazení
  - slovní, grafické, fyzikální a matematické

### 2.3.2 Struktura modelu systémové dynamiky

Forma modelu systémové dynamiky by měla být taková, aby bylo dosaženo několika cílů. Model by měl mít následující vlastnosti (Forrester, 2013):

- měl by být schopen popsat jakékoliv tvrzení o příčině a následku, které si přejeme zahrnout
- měl by obsahovat pouze jednoduché matematické výpočty
- měl by být úzce spojen s ekonomickým názvoslovím a sociální terminologií
- lze ho rozšířit o velký počet proměnných (tisíce), bez překročení limitů moderních počítačů
- nesouvislosti způsobené dobou řešení by neměly mít efekt na výsledky, pokud však ano, měly by generovat nesouvislé změny u rozhodnutí, u kterých je to potřeba

### 2.3.3 Popis tvorby modelu systémové dynamiky

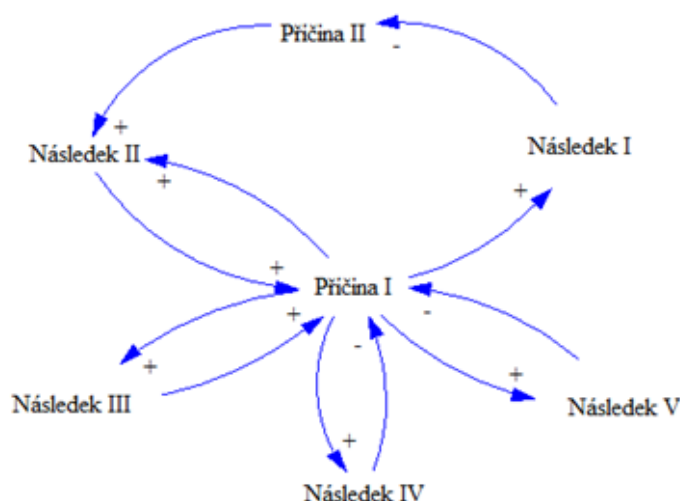
V systémové dynamice tvoří tvorbu modelu pět hlavních kroků, které jsou doplněny o nespočet dílčích. Prvním a základním krokem je popis problému. V tomto kroku dochází k vytvoření hranic modelu, stanovení úrovně analýzy a problémové situace, kterou je potřeba vyřešit. Druhým krokem je sestavení osnovy hlavních interakcí a zpětných vazeb. Tyto interakce a vazby mohou popsat, resp. předvídat, jak se bude vytvořený model chovat. Tento krok se může také nazývat jako tvorba dynamické

hypotézy. Ve třetím kroku dochází k překlopení dynamické hypotézy do samotného modelu. Model je naplněn daty a za pomoci matematických rovnic vytváří odraz reálného systému. Krokem číslo čtyři je testování, ve kterém dochází k simulaci modelu s tím, že se zjišťuje, zda je daný model opravdu odrazem reálného světa. V pátém a posledním kroku dochází k formulaci a ohodnocení modelu. Tento krok slouží k ověření, zda vytvořený model opravdu reprezentuje problém, který je potřeba vyřešit (Mildeová, 2011).

#### 2.3.4 Příčinné diagramy

Příčinné smyčkové diagramy slouží k popisu základních dynamických vztahů v systému a také ke kvalitativní analýze problému. Vzhledem ke složitosti sociálních systémů nelze vždy použít lineární pohled na svět, který nám sice umožní zjednodušit pohled na příčiny a následky, ale v reálném systému nemusí toto zobecnění vždy fungovat. Proto se v příčinných smyčkových diagramech pracuje s tzv. smyčkou zpětné vazby, která se nachází mezi jednotlivými proměnnými modelu. Podstata zpětné vazby je založena na principu, že jev *a* působí na jev *b* a ten zpětně ovlivňuje jev *a*. Podstatou systémového myšlení není vnímání lineárních řetězců příčin a následků, ale je to o hledání vzájemných vztahů mezi proměnnými. (Mildeová, 2011) Příklad příčinného diagramu je vidět na obrázku 2.3.

Obr. 2.3: Ukázka příčinného diagramu



Zdroj: vlastní zpracování

#### Typy zpětnovazebných smyček

Základním stavebním kamenem příčinných diagramů jsou pozitivní a negativní zpětnovazebné smyčky, které jsou řízeny zesilujícími a vyvažujícími procesy. Zesilující

procesy fungují na principu, že pokud dojde ke zvýšení jednoho ukazatele, pak dojde u pozitivní vazby ke zvýšení (u negativní vazby ke snížení) druhého ukazatele. Vyvažující procesy udržují v systému rovnováhu a slouží k udržení současného stavu (Mildeová, 2011).

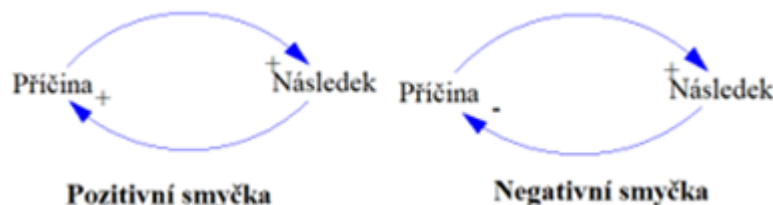
### 1) Pozitivní zpětnovazební smyčka

Dle Mildeové (2011) by se dala pozitivní smyčka definovat jako: *“Změna nějakého faktoru v konečném důsledku vyvolá sebe-změnu ve stejném směru,”* (Mildeová (2010, str. 32). Jedná se o zesilující smyčku, která se snaží dostat systém z rovnovážného stavu. V příčinném diagramu je označována znaménkem “+”, které se nachází na konci šipky mezi dvěma proměnnými. Proměnná, která je na konci šipky je ovlivňována proměnnou, která je na začátku šipky. Obě proměnné se mění stejným směrem, buď zároveň stoupají, nebo klesají (Mildeová, 2011).

### 2) Negativní zpětnovazební smyčka

Definice negativní smyčky dle Mildeové (2011) zní následovně: *“Vliv změny jednoho prvku projde zpětnovazebním systémem a při návratu zpět změní tento prvek v opačném směru, než byl jeho původní vliv,”* (Mildeová, 2010, str. 32). Jedná se o vyvažující smyčku, která se snaží udržet systém v rovnovážném stavu. V příčinném diagramu se tato smyčka značí “-” na konci šipky. Proměnná, nacházející se na konci šipky je ovlivňována proměnnou na začátku šipky. Tyto proměnné se ale na rozdíl od pozitivní smyčky mění v opačném směru, buď jedna klesá a druhá stoupá, nebo opačně (Mildeová, 2011). Názorná ukázka, jak pozitivní, tak negativní smyčky je vidět na obrázku 2.4.

Obr. 2.4: Příklad pozitivní a negativní smyčky



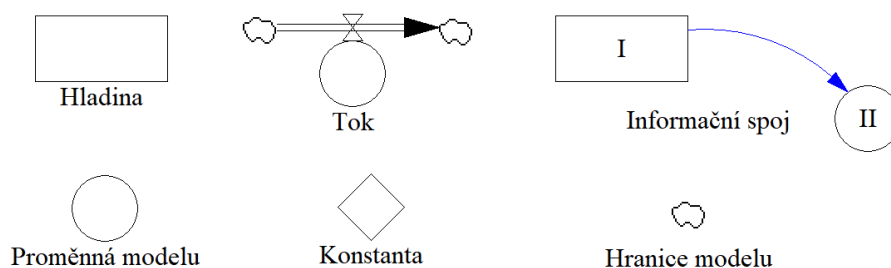
Zdroj: vlastní zpracování

### 2.3.5 Proměnné modelu systémové dynamiky

V modelech systémové dynamiky vystupuje několik druhů proměnných, které jsou symbolicky znázorněny na obrázku 2.5. Obecně je můžeme označit jako vstupní proměnné, výstupní proměnné, stavové proměnné, tokové proměnné a parametry modelu.

Vstupní proměnné můžeme rozdělit na říditelné a náhodné. Hodnoty říditelných proměnných lze měnit a lze sledovat reakce systému na tyto změny během simulace. Náhodné proměnné jsou neovlivnitelné a nelze je přímo měnit. Velikost těchto proměnných je potřeba během simulace generovat. Pro generování jejich velikosti se využívá především pravděpodobnost nebo rozdělení četností výskytu. Je dobré mít o těchto proměnných dostatek dat za určité období. Speciálním typem vstupních proměnných jsou parametry modelu, které se během simulace nemění. Typickým příkladem takového parametru je např. počáteční stav modelu. Stavové proměnné, tzv. hladiny, reprezentují stav modelu v daném časovém okamžiku. Výstupní proměnné výrazně závisí na volbě cíle, kterého chceme dosáhnout. Je nutné, aby tyto proměnné charakterizovaly dané cíle v závislosti na různém počtu variant simulace. Mezi jednotlivými proměnnými modelu je také potřeba definovat vztahy mezi nimi, které je propojují. Tyto vztahy se nazývají informační spoje. (Gros, 2003).

Obr. 2.5: Proměnné modelu systémové dynamiky



Zdroj: vlastní zpracování

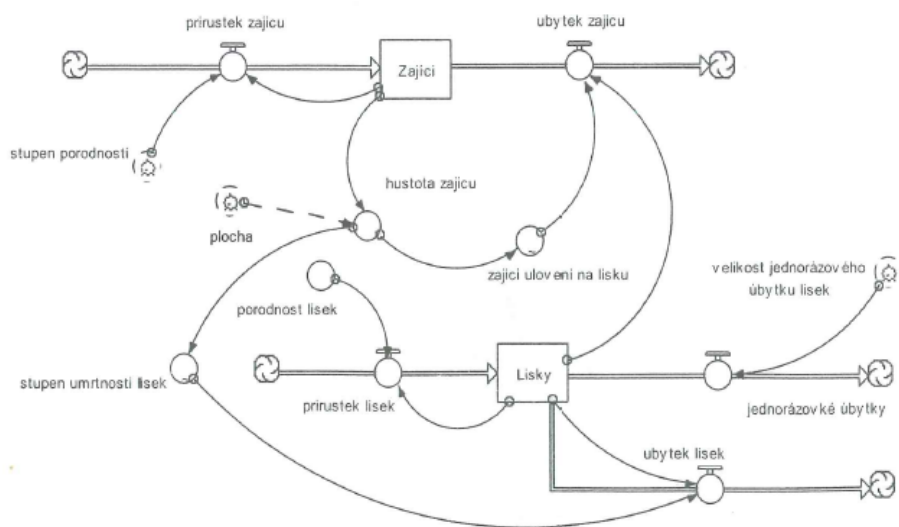
### 2.3.6 Model systémové dynamiky Predátor-kořist

Mezi základní modely systémové dynamiky patří model predátor-kořist, který je znázorněn na obrázku 2.6, taktéž známý jako Lotka-Volterrův model, podle jmen svých autorů, kterými byli Alfred J. Lotka a Vito Volterra. Tento model popisuje vztahy mezi dvěma populacemi, populací predátorů (např. lišek) a populací kořisti, která je predátory lovena (např. zajíci). Jedná se o poměrně zjednodušený model, který obsahuje jen velmi málo parametrů. Základem modelu jsou dvě stavové proměnné, které představují populaci lišek a zajíců. Stavové veličiny jsou ovlivněny toky, které do nich vstupují (v tomto případě je to přírůstek lišek a zajíců). Na vstupy mají vliv konstanty, které představují porodnost obou populací. Na stavové veličiny mají dále vliv výstupy, které představují úbytek lišek a zajíců. Ty jsou také ovlivněny konstantami, které tentokrát reprezentují úmrtnost jednotlivých populací. Na přírůstek lišek má zároveň vliv velikost populace zajíců, která pro ně představuje potravu. Zároveň populace lišek má vliv na



úmrtí zajíců. Díky negativní zpětné vazbě se zpožděním má systém predátor a kořist tendenci oscilovat, což znamená že populace lišek a zajíců v pravidelných intervalech stoupá a klesá (Pelánek, 2011).

Obr. 2.6: Příklad modelu Predátor – kořist



Zdroj: Vytlačil (2007, str. 56)

### 2.3.7 Počítačová simulace

Zásadním problémem klasického přístupu k modelování je především staticnost vytvářených modelů. To znamená, že s ohledem na získané řešení, můžeme na daný časový horizont přijmout pouze jednorázové rozhodnutí. Jednou z metod, která nám může pomoci zachytit dynamiku řízeného systému a zároveň nám umožní zachovat jednoduchost vytvořeného modelu, je počítačová simulace. Navíc je tato metoda poměrně snadno dostupná pro pestrou škálu manažerů, kteří jsou zaměstnáni na různých úrovních řízení (Gros, 2003).

*„Simulace je proces tvorby logicko-matematického modelu reálného objektu, systému na něm definovaného, nebo procesu rozhodování a realizace velkého množství experimentů s ním, jejichž cílem je popis systému, poznání jeho funkce, odhad jeho budoucího chování, nalezení řešení problému, který mnohdy ústí do návrhu a ověření funkce nové struktury systému,“* (Gros, 2003, str. 378).

Z této definice vyplývá, že simulace mají především popisný charakter. Pokud se nám podaří kvalitně popsat reálný systém a jeho chování, dokážeme v poměrně krátkém čase získat potřebné informace, které jsou pro nás důležité při řešení problému. Simulace nám však sama o sobě nezajistí nalezení optimálního řešení, k tomu je nutné, abychom

s modelem dále pracovali. Např. můžeme upravit jeho strukturu nebo můžeme změnit proměnné, které mají zásadní vliv na reálný systém (Gros, 2003).

Při tvorbě simulačního modelu bychom se měli vyvarovat některých závažných problémů. V první řadě bychom měli mít dokonalou znalost reálného systému, který chceme modelovat, v ideálním případě bychom měli velmi úzce spolupracovat s odborníky, kteří danému systému rozumí. Dále bychom měli mít na paměti, že výsledky získané z modelu souvisejí pouze s problémem, pro který byl model vytvořen a nelze je přímo použít na problém jiný. Samotný model je kvalitnější, čím kvalitnější je sбір správných dat, které vylepšují funkčnost modelu. Je také nutné zajistit, aby byl model, co nejvíce aktuální (Gros, 2003).

### **Klasifikace simulací**

Z hlediska procesů můžeme simulace dělit na simulace diskrétních procesů a simulace spojitých procesů. U simulací diskrétních procesů pracujeme s proměnnými, které mohou nabývat pouze již známých hodnot, které si stanovíme předem. U simulací spojitých procesů pracujeme se spojitými proměnnými (Gros, 2003).

Z hlediska času můžeme simulace dělit na statické a dynamické. U statických simulací zjišťujeme stav systému v konkrétním časovém okamžiku. U dynamických simulací sledujeme vývoj systému v čase (Gros, 2003).

Z hlediska proměnných dělíme simulace na deterministické a stochastické. U deterministických simulací neuvažujeme s náhodnými proměnnými. U stochastických simulací uvažujeme s náhodnými proměnnými. Stochastické simulace bývají označovány také jako simulace Monte Carlo (Gros, 2003).

#### **2.3.8 SW podpora modelů systémové dynamiky**

Modely systémové dynamiky lze vytvářet hned několika různými způsoby. Mezi ty nejefektivnější patří především speciální softwarové systémy. Tyto systémy umožňují díky jednoduchému grafickému prostředí zkonstruovat simulace, měnit jejich parametry a strukturu. Mezi ty nejvýznamnější patří především Powersim a Vensim. Dalšími nástroji jsou např. iThink, MyStrategy, Stella nebo Insight Maker (Mildeová, 2011).

### **Powersim**

Powersim patří mezi hlavní softwarové nástroje pro práci s modely systémové dynamiky. Jeho název vznikl spojením dvou anglických slov, „powerful“ a „simulation“.

Uplatní se především u manažerů, vědeckých pracovníků a ve školství. Je využíván k modelování a studiu dynamických systémů. Dokáže namodelovat téměř jakýkoliv skutečný, popřípadě smyšlený systém. Hlavní předností Powersimu je existence nástrojů pro tvorbu příčinných smyčkových diagramů a nástrojů podporujících modelování hladin a toků. Díky přehlednému grafickému prostředí je vyhledávaný pro svou jednoduchost a intuitivnost. Je schopen poskytnout funkci zpětné vazby a funkci zpoždění. Díky kompatibilitě s řadou kancelářských systémů je možné převést vstupy a výstupy z Powersimu např. do MS Excel. Na tvorbě modelů se může podílet i více lidí, kteří mohou spolupracovat na jednom počítači, popř. v lokální síti či na Internetu. K práci s modelem slouží tzv. editor diagramů. Grafické objekty reprezentují proměnné modelu, které jsou na sebe navázány pomocí spojů a toků. Každý spoj můžeme chápat jako určitý vztah, který mezi sebou objekty mají. Tento vztah můžeme definovat pomocí tzv. rovnice jazyka Powersim. Jednotlivé objekty lze umístit kdekoli v diagramu, tak aby věrohodně popisovaly chování systému v průběhu simulace. Po dokončení modelu s ním můžeme dále experimentovat a můžeme sledovat vliv různých strategií před zavedením do reálného světa. Powersim nám také umožňuje vytvářet z modelů tzv. simulátory, které můžeme dále upravovat a poté také plně využívat. Powersim také umožňuje pracovat se scénáři. Ty slouží k tomu, abychom na model aplikovali konkrétní problémovou situaci, kterou se snažíme vyřešit. Pro jeden model lze vytvořit i více scénářů (Mildeová, 2011).

## **Vensim**

Vensim je dalším softwarovým nástrojem podporujícím tvorbu a analýzu dynamických modelů a simulací. Díky jednoduchému prostředí programu, je obsluha tohoto systému poměrně snadná. Je ideálním nástrojem pro začátečníky, kteří se se systémovou dynamikou teprve seznamují. Velkou výhodou Vensimu je fakt, že je volně šiřitelný a není potřeba za něj platit. Mezi hlavní devízy tohoto programu patří porovnávání většího počtu simulací a jejich parametrů (Mildeová, 2011).

Uživatelské rozhraní Vensimu má dvě části, které tvoří základ celého programu. Jsou to kreslicí plátno a sada nástrojů. Kreslicí plátno slouží ke grafické reprezentaci modelu a sada nástrojů nám nabízí celou řadu různých funkcí, které pomáhají sestavit požadovaný model. Mimo jiné se zde nachází i název modelu, nejčastěji používané položky menu a tlačítka sloužící k analýze. Nad sadou nástrojů se nachází záhlaví, ve kterém jsou tlačítka menu, jako File, Edit, View, Help atd. (Mildeová, 2011)

## 2.4 Predikce dat a její význam

Predikce znamená předpověď budoucího vývoje. Predikce hraje významnou roli v rámci strategického rozhodovacího procesu a strategického řízení. Na správné rozhodování a správnou volbu strategie má vliv především dostatek informací a dat. Pro každou firmu je důležité, aby měla nastaven kvalitní monitorovací systém, na jehož základě může vyhodnocovat data z minulých období a předpovídat, resp. predikovat svůj vývoj v následujícím časovém horizontu. Tento monitorovací systém jí pak umožní zdokumentovat rozdíly mezi skutečným a plánovaným průběhem realizace daného rozhodnutí. Pokud vzniknou odchylky mezi skutečností a plánem, mělo by se přistoupit ke korekci prognostického postupu a na základě těchto úprav znovu opakovat celý cyklus. Pro jednotlivé organizace neexistuje obecný prognostický přístup a každá organizace na něj musí přijít sama (Wisniewski, 1996). Pro predikci dat je v této práci použita metoda systémové dynamiky.

Podnikové prognózy lze definovat jako přípravu budoucích podnikatelských odhadů. V každém podnikání, velkém nebo malém, musí být vytvořena myšlenka pravděpodobného ekonomického vývoje, pokud mají být budoucí plány prospěšné pro firmu. Dokonce i ti podnikatelé, kteří mají pocit, že budoucí podmínky nelze předvídat s přiměřenou mírou přesnosti, jsou povinni udělat nějaký odhad vývoje svých vlastních záležitostí. Míra přesnosti, kterou lze v těchto prognózách zajistit, závisí samozřejmě na povaze problému. Někteří podnikatelé oceňují především to, že jim předpovědi zajistí zúžení možného budoucího vývoje. Pokud by bylo možné přesné předpovídání, podnikání by bylo vedeno v nesmírně odlišných směrech. Ekonomický výzkum nikdy neodhalí úplně vše, ale rychle vytváří úložiště znalostí o budoucích trendech, z nichž mohou podnikatelé čerpat informace. Obecně lze tvrdit, že podnikatel, který je schopen předvídat vývoj, má rozhodující výhodu před ostatními soupeři. Existuje však široké spektrum názorů, pokud jde o limit, do kterého může být budoucnost předurčena. Predikce můžeme rozdělit na dlouhodobé, střednědobé a krátkodobé (Evans, 2002).

Dlouhodobé predikce jsou na dobu delší než 5 let. Jsou obecně založeny na předpokladu, že míra pokroku nebo úpadku během uplynulých let bude pokračovat i do budoucna. Míra růstu jakékoli řady se může na první pohled zdát velmi nepravidelná, ale obvykle se zjistí, že sleduje jeden ze dvou typů trendů – aritmetický průměr a geometrický průměr. Nejjednodušší způsob, jak určit povahu trendu je zakreslit data do grafu, kde na ose  $x$  bude čas a na ose  $y$  bude vybraná položka, např. počet prodaných prasat. V

dlouhodobých předpovědích je třeba počítat s kolísavými podmínkami. I když je možné do určité míry předvídat tyto změny v omezeném časovém předstihu, je naprosto nemožné tak učinit na 5 let dopředu (Evans, 2002).

Střednědobé predikce jsou na dobu od 1 roku do 5 let. Musí brát v úvahu nejen normální růst v daném období, ale také pravděpodobné výkyvy objemu podnikatelské činnosti v celé zemi. Vzhledem k tomu, že účelem prognózy je obvykle zjistit určité charakteristiky obchodní situace v určitém časovém období během následujících 5 let a vzhledem k tomu, že v tomto období obvykle nastane úplný cyklus podnikatelské činnosti (stagnace, vzestup, prosperita a úpadek), je zřejmé, že je důležité pečlivě studovat blížící se vývoj (Evans, 2002).

Predikce krátkodobé jsou na dobu do 1 roku. Základem pro tyto předpovědi jsou dva základní faktory. Prvním z nich je cyklický pohyb a druhým sezónní změna. Predikce cyklického pohybu je mnohem obtížnější než predikce sezónních výkyvů (Evans, 2002).

### 3 Analýza současného stavu

#### 3.1 Vývoj spotřeby masa v ČR

V ČR se mezi lety 2012-2018 poměrně hodně chovala prasata, která si za dané období drží přibližně konstantní hodnotu. Dále se v ČR choval především skot a v nepatrném množství i ovce a koně. Suverénně však vede chov drůbeže, který je pro porovnání znázorněn v tabulce 3.1.

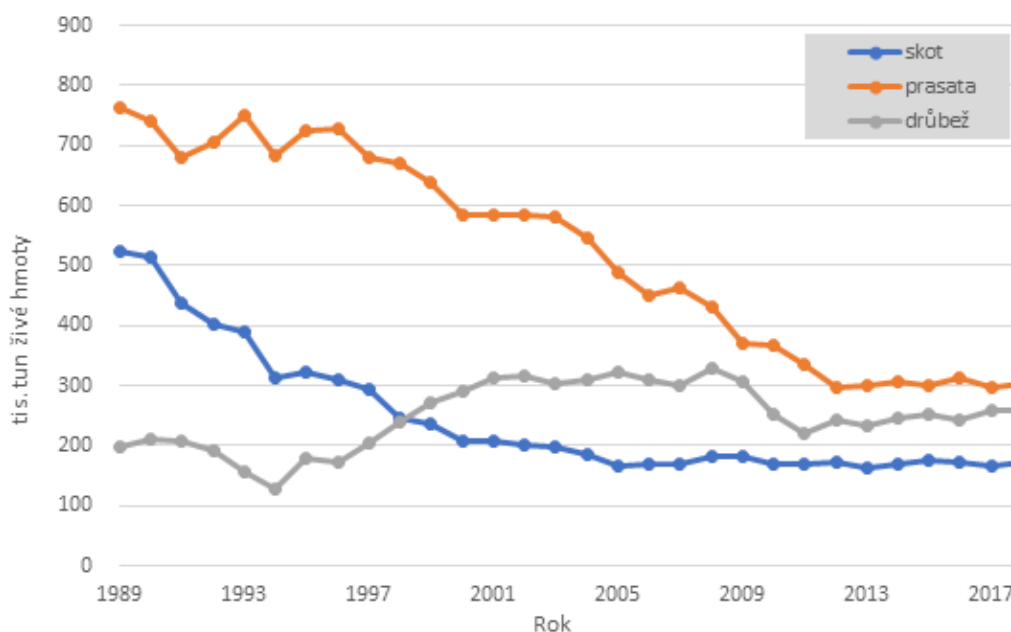
Tabulka 3.1: Stav hospodářských zvířat v ČR (v ks)

Rok	Skot	Prasata	Ovce	Koně	Drůbež
2012	1 353 685	1 578 827	221 014	33 175	20 691 308
2013	1 352 822	1 586 627	220 521	34 281	23 265 358
2014	1 373 560	1 617 061	225 397	32 925	21 463 815
2015	1 407 132	1 559 648	231 694	33 716	22 508 192
2016	1 415 658	1 609 945	218 493	32 133	21 313 958
2017	1 421 242	1 490 775	217 141	34 548	21 494 347
2018	1 415 770	1 557 218	218 915	35 181	23 572 784

Zdroj: ČSÚ, upraveno

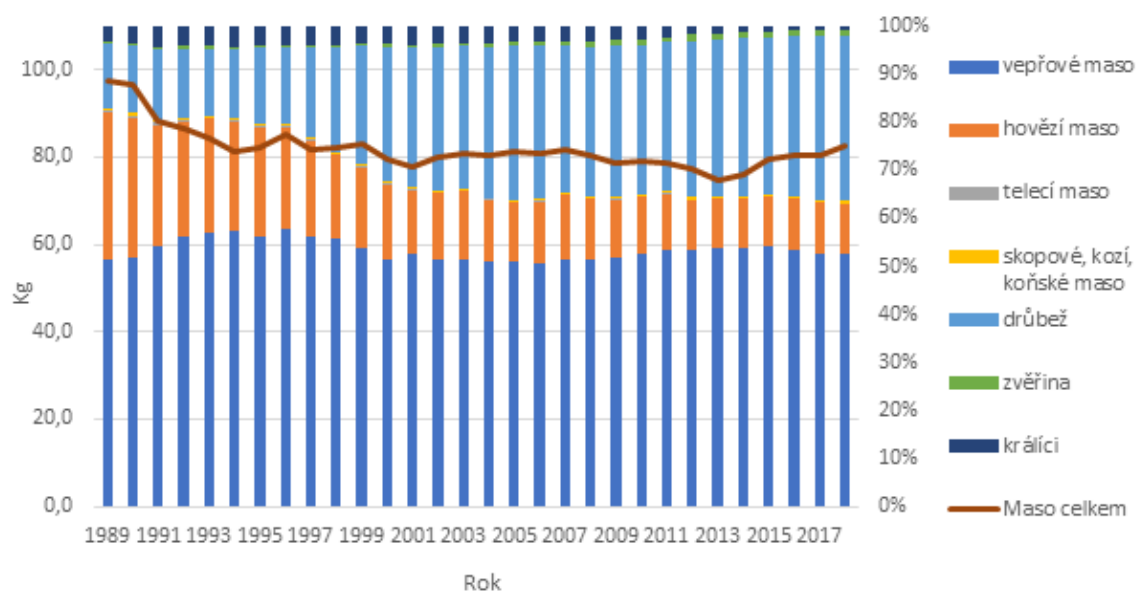
Podle grafu 3.1 můžeme usuzovat, že i když výroba prasat od roku 1989 výrazně klesla, tak od roku 2012 si drží přibližně konstantní hodnotu. Zároveň můžeme říct, že chov prasat je v ČR tradičně nejpobulárnější, oproti chovu skotu nebo drůbeže, který však v posledních letech mírně roste.

Graf 3.1: Výroba jatečných zvířat v ČR



Zdroj: ČSÚ, upraveno

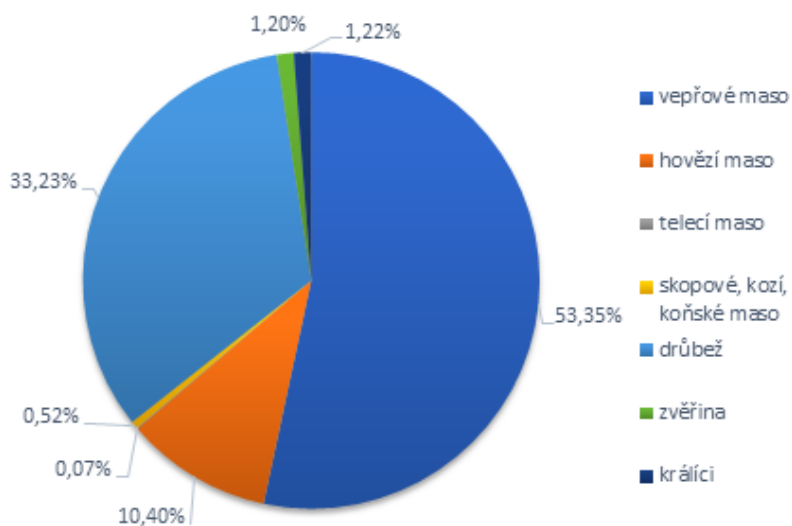
Graf 3.2: Spotřeba masa v ČR



Zdroj: ČSÚ, upraveno

Z grafu 3.2 můžeme vidět, že celková spotřeba masa na jednoho obyvatele se v posledních letech zvyšuje. Největší podíl na spotřebě má vepřové maso, které se dlouhodobě pohybuje okolo 60 %. Následované je drůbežím masem a hovězím masem jejichž podíl se s příchodem milénia prohodil.

Graf 3.3: Průměrná spotřeba masa za 7 let



Zdroj: ČSÚ, upraveno

Z grafu 3.3 vyplývá, že průměrná spotřeba masa mezi lety 2012-2018 činí 78,6 kg na jednoho obyvatele. Vepřové maso se na této spotřebě podílí přibližně z 53 % a je

následované drůbežím masem s hodnotou přibližně 33 %. Hovězí maso se na celkové spotřebě podílelo asi 10 %. V tabulce 3.2 je uvedena spotřeba masa za zmiňované období.

Tabulka 3.2: Spotřeba vybraných druhů masa na osobu (v kg)

Maso	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměr
<b>vepřové maso</b>	41,3	40,3	40,7	42,9	42,8	42,3	43,2	41,9
<b>hovězí maso</b>	8,1	7,5	7,9	8,1	8,5	8,4	8,7	8,2
<b>telecí maso</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>skopové, kozí, koňské maso</b>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>drůbež</b>	25,2	24,3	24,9	26,0	26,8	27,3	28,4	26,1
<b>zvěřina</b>	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	1,1	1,0	0,9
<b>králíci</b>	1,4	1,3	1,0	0,8	0,8	0,7	0,6	1,0
<b>Maso celkem</b>	<b>77,4</b>	<b>74,8</b>	<b>75,9</b>	<b>79,3</b>	<b>80,3</b>	<b>80,3</b>	<b>82,4</b>	<b>78,6</b>

Zdroj: ČSÚ, upraveno

Ceny za některé výrobky z vepřového masa jsou uvedeny v tabulce 3.3 a jsou přepočítány na 1 kg jednotlivých položek. Spotřeba jednotlivých částí vepřového masa a jiných druhů mas je pro srovnání uvedena v tabulce 3.3.

Tabulka 3.3: Cena vybraných výrobků z různých druhů masa (v Kč)

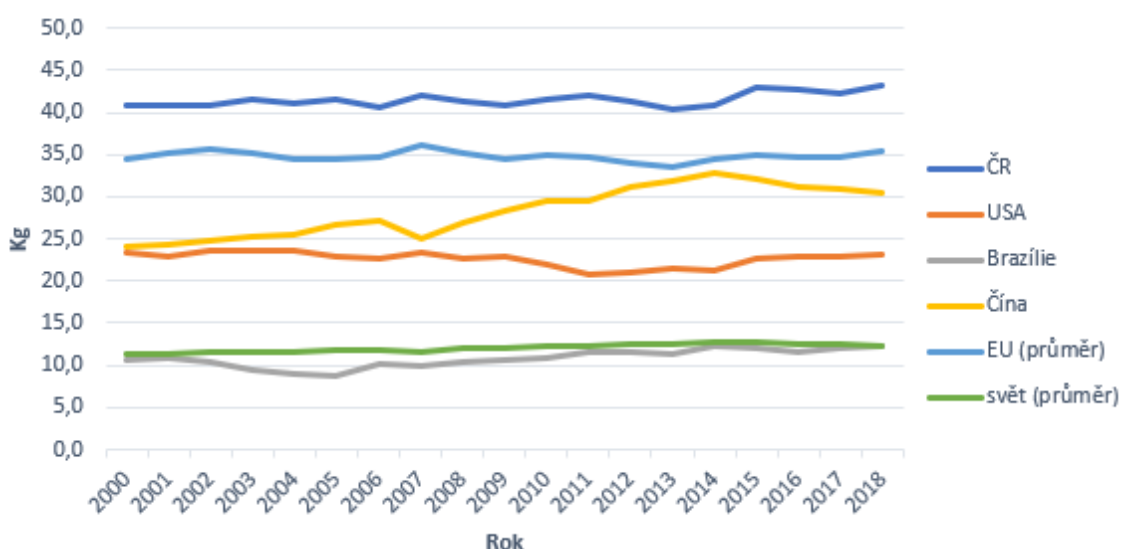
Název	Množství	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Vepřová pečeně s kostí</b>	1 kg	115,19	118,59	112,48	107,41	116,48	117,67	115,94
<b>Vepřový bůček</b>	1 kg	83,17	86,42	82,85	79,73	90,01	95,73	89,69
<b>Šunka vepřová</b>	1 kg	171,66	185,95	191,32	192,57	195,86	202,37	214,13
<b>Jemné párky</b>	1 kg	120,91	129,94	133,44	134,64	138,19	146,20	146,99
<b>Vepřové sádlo škvařené</b>	1 kg	65,41	66,39	66,23	62,54	62,54	62,21	61,69
<b>Kuřata kuchaná celá</b>	1 kg	65,52	69,63	70,55	66,30	64,87	67,64	67,74
<b>Hovězí maso přední s kostí</b>	1 kg	104,09	106,09	109,60	110,59	115,82	123,26	124,02
<b>Hovězí maso zadní bez kosti</b>	1 kg	205,25	208,48	203,07	200,64	207,71	213,06	222,23

Zdroj: ČSÚ, upraveno

Z grafu 3.4 vyplývá, že v porovnání se světem má ČR poměrně velkou spotřebu vepřového masa na osobu. Za posledních 18 let jsou v tomto směru nejlepší země EU, které spotřebovaly v průměru na osobu 34,8 kg vepřového masa. Pro srovnání, Čína má spotřebu 28,3 kg a USA 22,6 kg na osobu. Celkem se ve světě spotřebovalo v průměru za roky 2000-2018 12,1 kg vepřového masa na osobu.



Graf 3.4: Spotřeba vepřového masa na osobu



Zdroj: OECD data, upraveno

### 3.2 Charakteristika družstva a chovu

Zemědělské družstvo popsané v této práci je součástí firmy XYZ s.r.o., která patří k největším plemenářským firmám v ČR. Firma podniká v oblasti chovu a reprodukce skotu a prasat. Zajišťuje také poradenství v této oblasti. Zemědělské družstvo se zabývá chovem, výkrmem a následným prodejem prasat. Družstvo není hlavním zdrojem příjmů firmy XYZ s.r.o., což dokazuje i výsledek hospodaření za posledních pár let, zaznamenaný v tabulce 3.4. Tabulka 3.4 ukazuje, že od roku 2015 do roku 2018 byl výsledek hospodaření vždy záporný.

Tabulka 3.4: Výsledek hospodaření zemědělského družstva (v Kč)

rok	náklady	výnosy	VH
2014	5 110 642,18	5 561 459,23	450 817,05
2015	27 707 101,71	21 770 137,88	-5 936 963,83
2016	45 879 849,38	40 813 946,85	-5 065 902,53
2017	28 797 300,88	26 391 629,98	-2 405 670,90
2018	32 005 113,79	29 818 912,58	-2 186 201,21

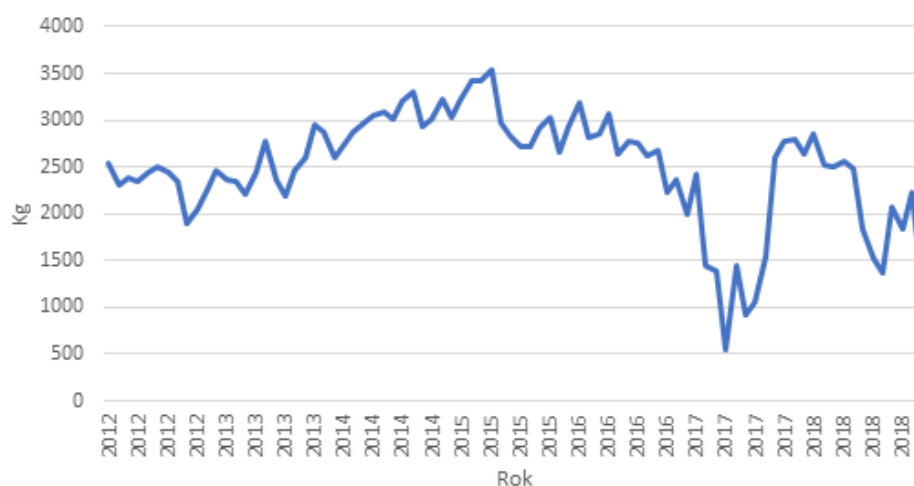
Zdroj: zemědělské družstvo, vlastní zpracování

#### 3.2.1 Popis chovu v zemědělském družstvu

Primárním úkolem družstva je reprodukce prasat a následný výkrm narozených selat. Stádo je tvořeno cca 2 kanci a 170 prasnicemi, které jsou doplněny o 30 kusů mladých prasniček. Zbytek stáda pak tvoří narozená selata a “předvýkrmová” resp. výkrmová prasata. Prasnice žijí v průměru 4,5 roku. Během tohoto období absolvují přibližně 6 porodů a v rámci jednoho porodu jsou schopny porodit 6 až 12 mláďat. Tato

selata pak procházejí procesem předvýkrmu a výkrmu, dokud nedosáhnou požadované hmotnosti 115 kg. Tento proces trvá zpravidla 7 měsíců. Graf 3.5 udává velikost stáda v období mezi roky 2012 až 2018.

Graf 3.5: Množství chovaných zvířat v letech 2012 až 2018

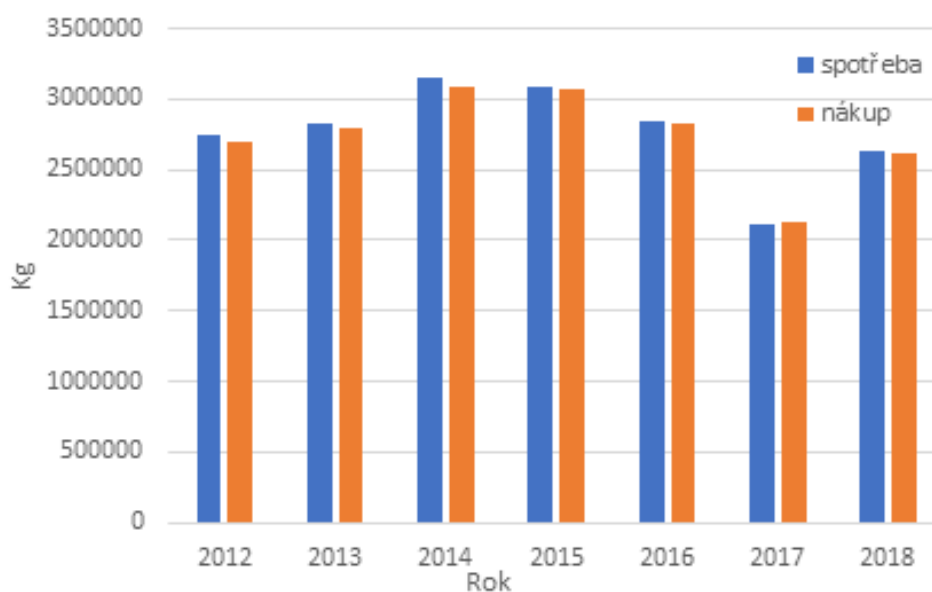


Zdroj: zemědělské družstvo, vlastní zpracování

Krmivo pro prasata tvoří speciální krmné směsi, které se prasatům podávají po určité období. Prestartér je krmivo určené pro selata na porodně, aby si navykla na krmnou směs. Po odstavu od mateřského mléka je jim podáván startér, dokud nedosáhnou váhy 7 kg. Pro selata od 8 do 35 kg v předvýkrmu jsou určeny dvě směsi, ČOS pro selata do 18 kg a A0 pro selata do 35 kg. Další dvě směsi jsou pak určeny pro prasata ve výkrmu od 36 kg do konce výkrmu, což je 115 kg. Jedná se o krmivo A1 určené pro prasata do 85 kg a o krmivo A3 do 115 kg. Pro jalové a březí prasničky (resp. prasnice) a kance je určeno krmivo KPB. Krmivo KPK pak pro kojící prasnice. Pokud je nějaká prasnička určena k prodeji, je ji podáváno krmivo TESTA.

Průměrná denní spotřeba krmiva pro jatečná prasata je 2,75 kg, pro jalové a březí prasničky 2,6 kg, pro kojící prasničky 5 kg a pro kance 3 kg. Celkové množství spotřebovaného krmiva v porovnání s nákupem je vidět v grafu 3.6.

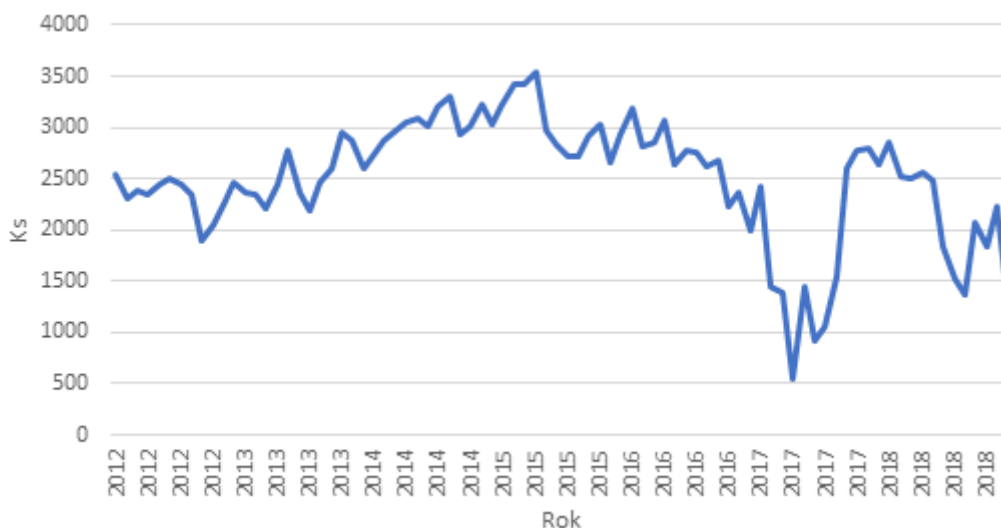
Graf 3.6: Množství nakoupeného a spotřebovaného krmiva v letech 2012-2018



Zdroj: zemědělské družstvo, vlastní zpracování

Když prasata dosáhnou váhy 115 kg, jsou přesunuta na jatka. Družstvo dostane zapláceno za každý dopravený kus prasete. O další distribuci se pak už družstvo nestará a nechává vše na příslušných jatkách. V grafu 3.7 je znázorněno, kolik kusů prasat bylo na jatka přepraveno v letech 2012-2018.

Graf 3.7: Prodej prasat v letech 2012-2018



Zdroj: zemědělské družstvo, vlastní zpracování

Kromě krmiva je pro prasata důležitá i voda. Tabulka 3.5 znázorňuje množství spotřebované vody v družstvu za roky 2012-2018 v m<sup>3</sup>.

Tabulka 3.5: Spotřeba vody v letech 2012-2018

<b>Rok</b>	<b>Spotřeba vody (v m<sup>3</sup>)</b>
<b>2012</b>	16 072
<b>2013</b>	21 949
<b>2014</b>	18 864
<b>2015</b>	19 497
<b>2016</b>	17 272
<b>2017</b>	14 498
<b>2018</b>	17 902

*Zdroj: zemědělské družstvo, vlastní zpracování*

## 4 Aplikace vybraných metod řešení a jejich zhodnocení

### 4.1 Mentální diagram

Mentální diagram, vyobrazený na obrázku 4.1, zachycuje nejdůležitější prvky, které ovlivňují systém populace prasat v zemědělském družstvu. V tomto případě se jedná o úmrtnost prasat, porodnost prasníc, spotřebu vepřového masa a cenu vepřového masa.

Obr. 4.1: Mentální diagram

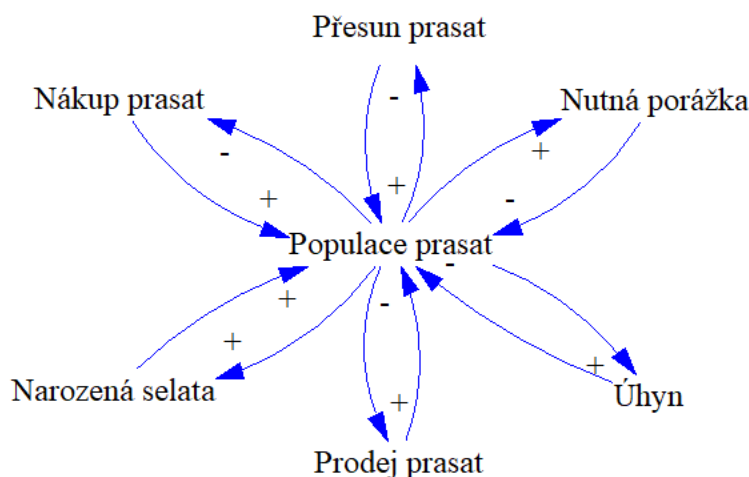


Zdroj: vlastní zpracování

### 4.2 Příčinný diagram

Příčinný diagram, zachycený na obrázku 4.2, znázorňuje základní příčinné vztahy v našem systému. Popisuje vztah příčin a následků, které pozitivně nebo negativně ovlivňují stav populace prasat v zemědělském družstvu. Nutná porážka a úhyn znázorňují situaci, kdy dojde k nežádoucímu úbytku prasat. Tento úbytek snižuje velikost populace, zároveň ale platí, že čím vyšší je populace prasat, tím vyšší je velikost nežádoucího úbytku. Analogicky toto nastává i v případě prodeje prasat, množství populace určené k prodeji, zvyšuje počet prodaných prasat, a to způsobuje snížení této populace. Příčinou nákupu a přesunu prasat je potřeba doplnění populace prasat o chybějící kusy, pokud je populace dostatečná, není potřeba doplňovat stavy, pokud je však prasat nedostatek, zvyšuje nákup a přesun prasat celkovou populaci. Narozená selata představují přirozený přírůstek populace prasat, toto zvýšení naopak zvyšuje i počet narozených selat.

Obr. 4.2: Příčinný diagram



Zdroj: vlastní zpracování

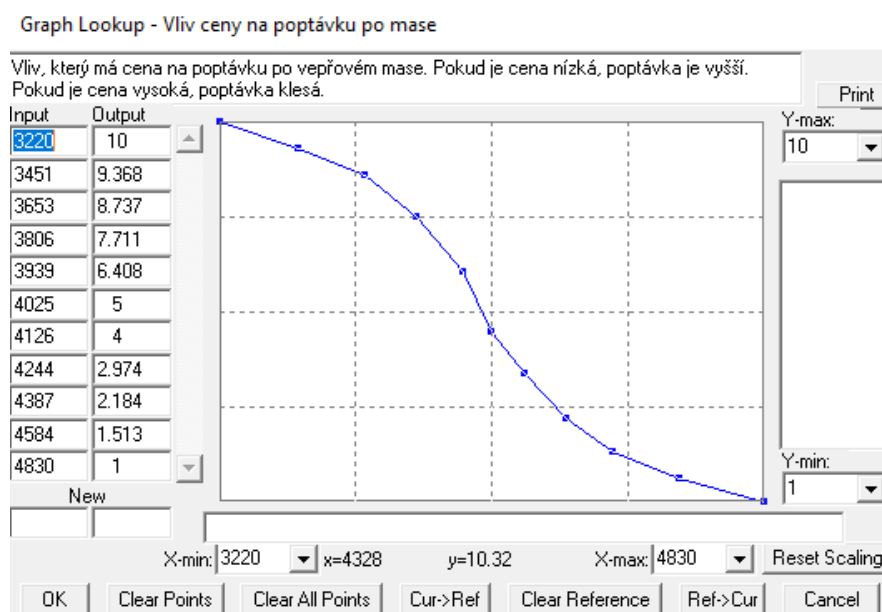
### 4.3 Diagram toků

Diagram toků je simulační stochastický model. Je jedním ze základních modelů systémové dynamiky. Základem tohoto modelu jsou hladiny. V našem případě je hladinou *Populace prasat* a *Krmivo*. *Populace prasat* představuje celkový počet prasat v daném čase. Je omezena maximální kapacitou ustájení prasat, která činí 5 272 ks. Počáteční stav této hladiny je 1 372 ks, což je počet prasat ustájených na konci výchozího roku. *Krmivo* představuje celkové množství krmiva na skladě v daném čase. Tato hladina je omezena hodnotou 70 000 kg, což je maximální kapacita v zemědělském družstvu. Na konci výchozího roku mělo družstvo na skladě 17 750 kg krmiva.

Kromě hladin jsou v diagramu zobrazeny také toky. Hladina *Populace prasat* je ovlivněna třemi hlavními toky – *Přírůstkem prasat*, *Uhynutím* a *Úbytkem prasat*. *Přírůstek prasat* ovlivňuje populaci pozitivně a má na něj vliv přesun z jiného střediska za účelem doplnění stavů, nákup prasat např. z důvodu uhynutí prasnic a narozená selata, která jsou ovlivněna celkovým stavem populace a koeficientem přírůstku prasat. V družstvu se nachází cca 170 prasnic (firemní údaje). Každá samice porodí 2x ročně 6-12 mláďat. *Koeficient přírůstku prasat* ukazuje poměr průměrně narozených selat za měsíc a stavu stáda na počátku měření. *Uhynutí* a *Úbytek prasat* ovlivňuje populaci negativně. *Uhynutí* je ovlivněno celkovou populací prasat a koeficienty úhynu a nutné porážky, které představují neočekávanou smrt prasat. *Úbytek prasat* představuje celkové množství prodaných prasat. Ze stáda se vezme určité procento kusů určených k prodeji, statisticky to odpovídá 45 % měsíčně. Tuto část populace pak z 98,8 % tvoří prasata

určená pro masný průmysl, z 1 % se jedná o ostatní prodej, což jsou prasata určená soukromým osobám a 0,2 % tvoří ostatní výdej, což jsou dary. Proměnné *Masný průmysl* a *Ostatní prodej* ovlivňuje proměnná *Poptávka po vepřovém mase*, která je ovlivněna především cenou. Od ostatních vlivů abstrahujeme pro zachování jednoduchosti modelu. Vliv ceny na poptávku po mase je zobrazen na obrázku 4.3., kde je na základě zadaných úrovní ceny vyjádřena velikost poptávky. Z grafu je zřejmé, že čím vyšší je cena masa, tím nižší je poptávka, a tím jsou nižší prodeje družstva.

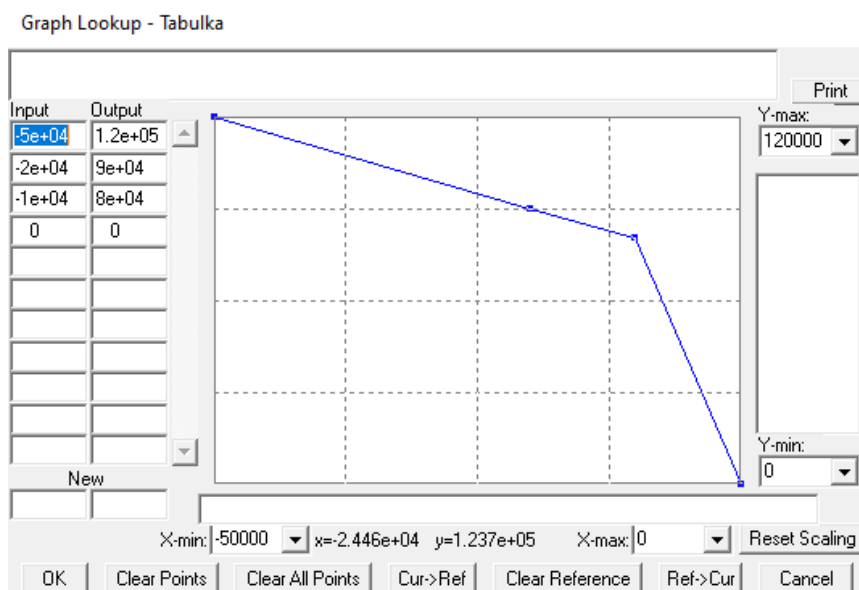
Obr. 4.3: Vliv ceny na poptávku po mase



Zdroj: vlastní zpracování

Hladina *Krmivo* je ovlivněna toky – Příjem *krmiva* a Úbytek *krmiva*. Úbytek *krmiva* ovlivňuje hladinu negativně. Závisí na celkové populaci prasat a průměrném množství zkonsumovaného krmiva na prase. Příjem *krmiva* ovlivňuje hladinu *Krmivo* pozitivně a závisí na nákupu a doplnění krmiva. Nákup *krmiva* je závislý na úbytku krmiva. Družstvo nakupuje krmivo asi třikrát měsíčně, podle toho, kolik kg zrovna potřebují. Nicméně ne vždy se podaří koupit krmiva dostatek, což by měl zajistit koeficient nákupu krmiva, který náhodně zajistí někdy menší a někdy větší nákup. S tím souvisí i proměnná *Doplnění krmiva*, která představuje množství krmiva, které je nutno dokoupit, aby bylo krmiva dostatek (nebylo záporné). Vstupem grafu, který je zobrazen na obrázku 4.4, které toto doplnění představuje, je záporné množství krmiva, které se podle grafu doplní do maximální kapacity skladovacích prostor pro krmivo.

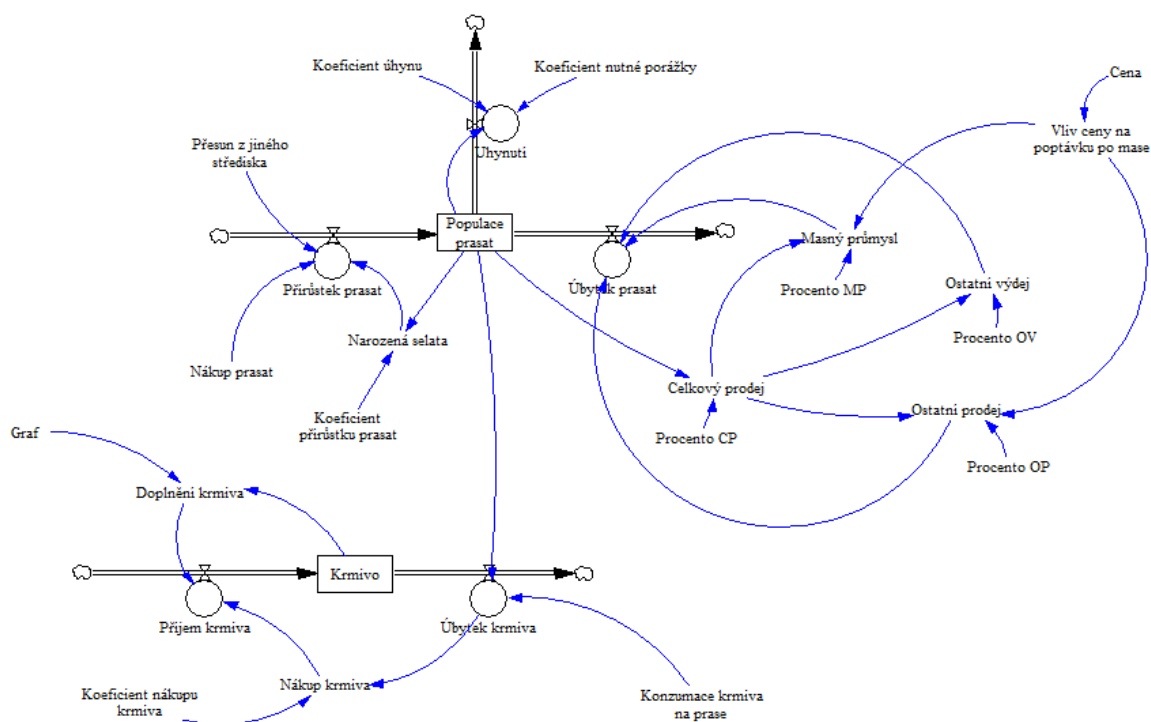
Obr. 4.4: Doplnění kapacity síla na základě doplnění krmiva



*Zdroj: vlastní zpracování*

Diagram toků, který je znázorněn na obrázku 4.5, zohledňuje pouze ty proměnné, které jsou důležité z hlediska řešení daného problému. Všechny proměnné diagramu jsou přehledně popsány v příloze 1. Tento diagram je základem pro spuštění simulace a tvorby tří scénářů, které jsou blíže popsány v následující kapitole 4.4. Jiné faktory, které jsou nevýznamné z hlediska řešení problému, tento dynamický simulační model neuvažuje.

Obr. 4.5: Diagram toku



*Zdroj: vlastní zpracování*



## 4.4 Simulace

Tato kapitola popisuje tři různé situace, které mohou v rámci vytvořeného modelu toků nastat. Systém populace je ovlivňován mnoha proměnnými, proto je simulační model zjednodušen tak, aby nebyl příliš složitý, ale zároveň obsahoval všechny klíčové proměnné, které jsou důležité pro řešení daného problému. Tato kapitola popisuje tři různé scénáře, které budou simulovány za určitých předpokladů po dobu 1 roku s časovým krokem 1 měsíc. Scénáře jsou na staveny podle ceny vepřového masa. Každý z těchto scénářů abstrahuje vlivu jiných faktorů.

Popsané scénáře jsou tyto:

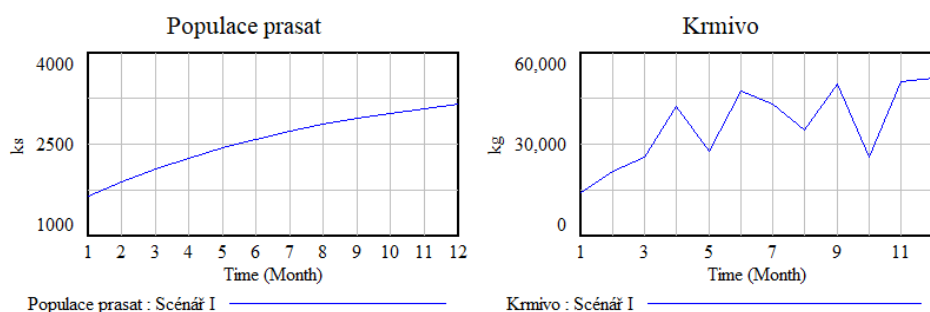
1. Cena vepřového masa zůstává stejná, jako na konci roku 2018.
2. Cena vepřového masa klesla na 30,- Kč za kus.
3. Cena vepřového masa stoupla na 40,- Kč za kus.

Vybrané scénáře se optimalizují tak, aby nedošlo k překročení kapacity uskladnění krmiva a ustájení zvířat. Zároveň dochází ke snaze, co nejlépe popsat reakci družstva na vzniklé situace.

### 4.4.1 Scénář č. 1

Ve výchozím roce se cena za 1 kg vepřového masa pohybovala okolo 35,- Kč. V případě, že by se cena nezměnila a udržela si podobnou hladinu i v roce následujícím, poptávka po vepřovém mase by se nezměnila. Množství ustájených prasat by se neustále zvyšovalo, což by pro družstvo mohlo znamenat, že nebude do budoucna schopné ustájit všechna prasata, nicméně do konce predikovaného roku by nedošlo k překročení maximální kapacity ustájovacích prostor. Družstvo by mohlo na vzniklou situaci reagovat několika způsoby, buď omezit přesun selat z jiného střediska nebo omezit množství ustájených prasnic, aby se snížila porodnost. V našem případě jsme zvolili možnost, že družstvo chce současně situaci na trhu využít a zvýší procento celkového prodeje prasat na 55 %. Z obrázku 4.6 vyplývá, že kapacita sila na krmivo nebude překročena a kapacita ustájení prasat také ne, s tím, že se limitně blíží přibližně k hodnotě 4 000 ks.

Obr. 4.6: Hladiny stavu Populace prasat a Krmivo v 1. scénáři



Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 4.1 vyplývá, že zvýšení procenta prodeje je z krátkodobého hlediska dobrým krokem, protože družstvo se nebude starat o zbytečně moc prasat a zároveň bude mít mírně vyšší zisk. Tržby budou na konci predikovaného roku dosahovat výše 33 950 875,- Kč. Zároveň můžeme říct, že tržby se v obou případech oproti výchozímu roku příliš neliší.

Tabulka 4.1: Počet prodaných prasat a zisk z jejich prodeje v 1. scénáři

Čas (Měsíc)	Úbytek prasat – Scénář I (%CP = 45)	Populace prasat – Scénář I (%CP = 45)	Úbytek prasat – Scénář I (%CP = 55)	Populace prasat – Scénář I (%CP = 55)
1.	385	1710	452	1641
2.	456	2025	517	1879
3.	523	2320	575	2089
4.	585	2595	626	2275
5.	642	2851	672	2439
6.	696	3091	712	2583
7.	747	3314	747	2711
8.	794	3523	778	2824
9.	838	3717	805	2924
10.	879	3898	830	3012
11.	917	4068	851	3090
12.	952	4226	870	3158
Celkem ks	8 414		8 435	
Celkem kg	967 610		970 025	
Tržby	33 866 350		33 950 875	

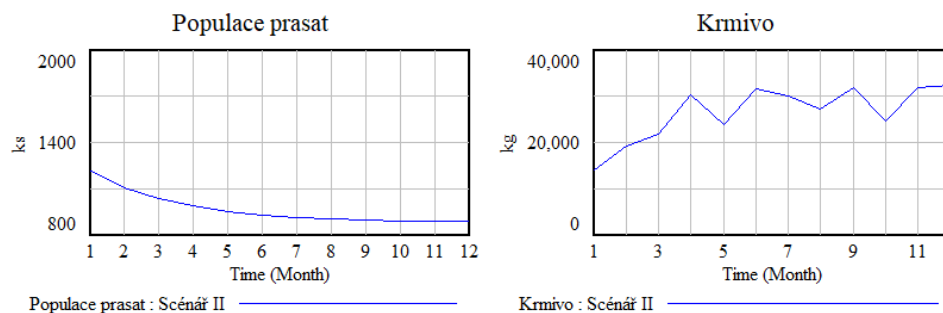
Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.4.2 Scénář č. 2

Ve druhém scénáři předpokládejme, že se začne vepřové maso dovážet ze zahraničí ve velkém, což způsobí snížení poptávky po vepřovém mase z tuzemska, které bude dražší. Družstvo bude, chtít tuto poptávku zvýšit tím, že např. sníží cenu na 30,- Kč

za kg masa, zároveň už pro něj nebude chov prasat v takovém měřítku ekonomicky výhodný a sníží počet prasnic ze 170 ks na 120 a tím klesne koeficient porodnosti. Omezí se také přesun z jiného střediska z původních 400 ks na 250, protože druhé středisko bude muset také omezit chov. Na obrázku 4.7 můžeme vidět, že populace prasat se bude postupně snižovat a limitně se blíží k 0, kapacita uskladnění krmiva není překročena a drží se okolo 30 000 kg.

Obr. 4.7: Hladiny stavu Populace prasat a Krmivo ve 2. scénáři



Zdroj: vlastní zpracování

Družstvu se s postupem času budou snižovat prodeje, což je vidět v tabulce 4.2 na jeho tržbách, které dosahují 16 880 850,- Kč a zároveň jim bude klesat i počet ustájených prasat, který se zastaví na čísle 885. Pokud by tato situace trvala delší dobu, muselo by družstvo sáhnout k dotacím, v nejhorším případě by zkrachovalo, což se v minulosti některým českým družstvům, která byla zaměřena na chov hospodářských zvířat, stávalo poměrně často.

Tabulka 4.2: Počet prodaných prasat a zisk z jejich prodeje ve 2. scénáři

Čas (Měsíc)	Úbytek prasat – Scénář II	Populace prasat – Scénář II
1.	512	1215
2.	467	1109
3.	437	1036
4.	416	987
5.	402	953
6.	392	930
7.	385	914
8.	381	903
9.	378	896
10.	376	891
11.	374	888
12.	373	885
Celkem ks	4 893	

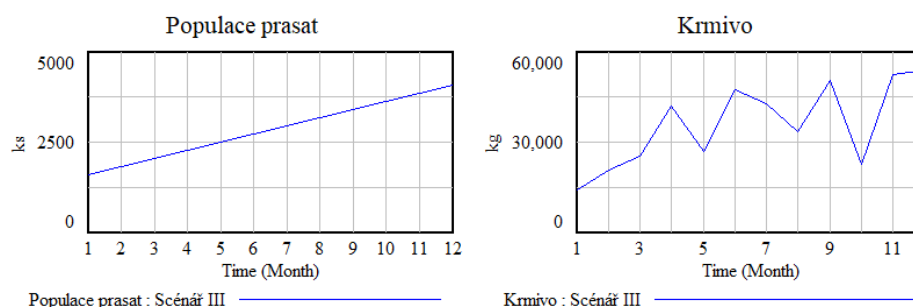
Celkem kg	562 695	
Tržby	16 880 850	

Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.4.3 Scénář č. 3

Ve třetím scénáři počítáme s tím, že vlivem např. ekonomické krize stoupne cena vepřového masa na 40,- Kč za kg. Dojde k tomu, že prodeje prasat nejsou příliš velké a chybí dostatečná kapacita prostor pro ustájení všech prasat. Družstvo má opět několik možností, jak na tuto situaci reagovat. Může rozšířit kapacitu ustájovacích prostor, to je ale vzhledem k finanční situaci družstva a zároveň k průběhu případné krize nereálné. Družstvo, s největší pravděpodobností, sáhne k omezení chovu, sníží množství přepravených prasat z jiného střediska ze 400 ks na 200, zároveň omezí počet prasníc ze 170 ks na 85 a sníží tím koeficient narozených selat. Z obrázku 4.8 vyplývá, že kapacita uskladnění krmiva nebude překročena a drží se kolem hodnoty 37 000 kg. Zároveň populace prasat bude nadále stoupat, protože družstvo nenajde dostatek odběratelů prasat a do budoucna bude muset ještě více omezit chov.

Obr. 4.8: Hladiny stavu Populace prasat a Krmivo ve 3. scénáři



Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 4.3 je vidět, že krize by se výrazně dotkla tržeb družstva, které by dosáhly pouze 10 561 600,- Kč, a to by byl další důvod pro snížení množství ustájených prasat, které by se navíc z důvodu špatného odbytu neustále zvyšovalo. Zároveň je ale možné, že dojde k podpoře domácího prodeje a omezí se dovoz vepřového masa ze zahraničí, což by mohlo družstvu do budoucna pomoci, pokud by tuto krizi přežilo.

Tabulka 4.3: Počet prodaných prasat a zisk z jejich prodeje ve 3. scénáři

Čas (Měsíc)	Úbytek prasat – Scénář III	Populace prasat – Scénář III
1.	107	1600
2.	123	1828

3.	138	2055
4.	153	2282
5.	169	2509
6.	184	2736
7.	199	2962
8.	214	3188
9.	229	3414
10.	245	3639
11.	260	3864
12.	275	4089
<b>Celkem ks</b>	<b>2 296</b>	
<b>Celkem kg</b>	<b>264 040</b>	
<b>Tržby</b>	<b>10 561 600</b>	

*Zdroj: vlastní zpracování*

#### 4.4.4 Zhodnocení výsledků

Pokud zůstane cena stejná jako ve výchozím roce a bude se pohybovat kolem 35,- Kč, poptávka po mase se nezmění. Pokud družstvo zvedne procentuální počet prodaných kusů prasat z populace, prodá 8 435 ks prasat za rok a jeho tržby budou činit 33 950 875,- Kč, což je přibližně stejný výsledek jako ve výchozím roce. Pokud cena klesne na 30,- Kč, poptávka po vepřovém mase se zvýší, zároveň ale bude družstvo nuceno omezit chov prasat na pro ně co nejvýhodnější mez. Družstvo prodá celkem 4 893 ks prasat a jeho roční tržby budou činit pouze 16 880 850,- Kč. Pokud dojde ke zvýšení ceny na 40,- Kč, poptávka po vepřovém mase výrazně klesne a tržby družstva dosáhnou 10 561 600,- Kč s tím, že za rok prodají pouze 2 296 ks prasat. Kvůli nízkému odbytu budou muset také omezit chov prasat na optimální úroveň. Souhrn všech výsledků, ceny, počtu prodaných prasat, tržeb a populace prasat, je uveden v tabulce 4.4.

*Tabulka 4.4: Shrnutí výsledků ze všech simulací*

	<b>Scénář 1</b>	<b>Scénář 2</b>	<b>Scénář 3</b>
<b>Cena</b>	35,- Kč/kg	30,- Kč/kg	40,- Kč/kg
<b>Počet prodaných prasat</b>	8 435 ks	4 893 ks	2 296 ks
<b>Tržby</b>	33 950 875,- Kč	16 880 850,- Kč	10 561 600,- Kč
<b>Populace prasat</b>	3 158 ks	885 ks	4 089 ks

*Zdroj: vlastní zpracování*

## 5 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo provést predikci vývoje populace prasat v zemědělském družstvu za účelem zvýšení tržeb, protože družstvo v posledních letech vykazuje ztrátu. Snahou bylo zjistit, jak bude modelovaný systém reagovat na námi vytvořené scénáře, které by měly simulovat změny na trhu s vepřovým masem. Zároveň byly všechny modely konstruovány tak, aby je v budoucnu bylo možné rozšířit o případné další proměnné pro účely jejich dalšího širšího využití. V práci byla použita metoda systémové dynamiky založená na tvorbě mentálního diagramu, příčinného diagramu a diagramu toků.

Bakalářskou práci, vyjma úvodu a závěru, tvoří tři hlavní části. V první, ryze teoretické části jsou popisována teoretická a metodická východiska analýzy, modelování a predikce dat. V rámci této kapitoly byly definovány pojmy jako např. problém, proces nebo rozhodování. Další část této kapitoly je věnována systémové dynamice, popisuje její metodologii a principy, jsou zde popsány základní vzory chování a systémové archetypy. Dále došlo k vymezení pojmů modelování a model, jeho klasifikace, struktury a tvorby modelů systémové dynamiky. Jsou zde popsány také dva modely, které byly v této práci použity – příčinný diagram a model predátor-kořist. Následuje popis simulace a SW podpora simulačních modelů. V závěru této kapitoly je definován pojem predikce dat.

Třetí kapitola se zabývá analýzou současného stavu nejen zemědělského družstva, ale i analýzou masného průmyslu v ČR. První část se věnuje statistikám a datům v rámci České republiky. Na začátku je popisován chov hospodářských zvířat v ČR. Následuje spotřeba jednotlivých druhů masa v ČR a průměrná spotřeba na osobu. Na závěr je ČR porovnávána v rámci celosvětových statistik s jinými zeměmi z různých koutů světa. Druhá část je věnována analýze chovu zemědělského družstva, které zkoumáme v této práci. Na začátku kapitoly je popsána jeho obecná charakteristika a výsledek hospodaření za poslední roky. Následuje popis chovu prasat a některých věcí, které s ním souvisí – krmivo, spotřeba vody, prodej prasat atd.

V předposlední kapitole došlo k aplikaci vybraných metod řešení a jejich finálnímu zhodnocení. Pro predikci vývoje populace prasat v zemědělském družstvu byla použita metoda systémové dynamiky, která obsahuje mentální model, příčinný model a diagram toků. V první části je popisován mentální diagram, který slouží k prvotnímu popisu zkoumaného systému. V druhé části je popisován příčinný diagram, který

znázorňuje základní dynamické vztahy tohoto systému a definuje vztah příčin a následků, které ovlivňují populaci prasat v zemědělském družstvu. Následuje popis diagramu toků a jeho proměnných, které byly použity při modelování zkoumaného systému. Od některých proměnných bylo potřeba abstrahovat, ať už z důvodu nízkého vlivu na systém, jako v případě spotřeby vody či počtu pracovníků, nebo z důvodu neúplných a nedostatečných informací, jako např. spotřeba elektrické energie, infekčnost atd. Stěžejní částí této kapitoly je vytvoření scénářů a simulování dopadů na systém prostřednictvím diagramu toků. Predikce vývoje populace prasat probíhala na dobu jednoho roku. Ve scénářích byla měněna cena, která měla různý dopad na poptávku po vepřovém mase. Došlo ke korekci hodnot některých proměnných tak, aby nebyly překročeny některé omezující podmínky, zejména skladovací kapacita krmiva a ustájovací kapacita prasat, popř. byla simulována potenciální reakce zemědělského podniku v návaznosti na vzniklou situaci.

V prvním scénáři byla simulována situace, kdy cena zůstane na hodnotě přibližně 35,- Kč. Družstvo nebude muset nijak omezit chov prasat a jeho tržby budou 33 950 875,- Kč. Ve druhém scénáři nastala situace, kdy klesne cena na trhu na 30,- Kč. Družstvo bude muset omezit chov z důvodu rizika překročení kapacity ustájení. Tržby družstva budou v tomto případě 16 880 850,- Kč. Třetí scénář demonstuje situaci, kdy dojde ke zvýšení ceny na 40,- Kč za 1 kg vepřového masa. Družstvo bude muset opět omezit chov prasat, tentokrát z důvodu nízké poptávky a jeho tržby dosáhnou pouze na 10 561 600,- Kč. V závěru kapitoly došlo k sumarizaci a závěrečnému zhodnocení dosažených výsledků, které mohou družstvu pomoci reagovat na vzniklé situace na trhu lépe a díky těmto informacím mohou získat konkurenční výhodu. Cíl této bakalářské práce byl splněn.

## Seznam použité literatury

### Odborná kniha

EVANS, Michael K. *Practical business forecasting*. Oxford: Blackwell, 2002. ISBN 0-631-22066-6.

FORRESTER, Jay Wright. *Industrial dynamics*. Mansfield Centre: Martino Publishing, 2013. ISBN 978-1-61427-533-6.

GROS, Ivan. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha: Grada Publishing, 2003. Expert. ISBN 80-247-0421-8.

JANIŠOVÁ, Dana a Mirko KŘIVÁNEK. *Velká kniha o řízení firmy: [praktické postupy pro úspěšný rozvoj organizace]*. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4337-0.

MILDEOVÁ, Stanislava. *Systémová dynamika: tvorba modelu*. Praha: Oeconomica, 2011. ISBN 978-80-245-1842-8.

PELÁNEK, Radek. *Modelování a simulace komplexních systémů: jak lépe porozumět světu*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5318-2.

PLEVNÝ, Miroslav a Miroslav ŽIŽKA. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010. ISBN 978-80-7043-933-3.

RUTH, Matthias a Bruce M. HANNON. *Modeling dynamic economic systems*. Second edition. New York: Springer, [2012]. Modeling dynamic systems. ISBN 978-1-4614-2208-2.

VLČEK, Dalibor a Jiří CHUCHRO. *Modely a modelování: (podpora strategických rozhodovacích procesů)*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 1999. ISBN 80-7078-621-3.

VYTLAČIL, Dalibor. *Systémová analýza a syntéza*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03637-2.

WISNIEWSKI, Mik. *Metody manažerského rozhodování*. Přeložil Václav DOLANSKÝ. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-089-9.

### Elektronické dokumenty a ostatní

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. ČSÚ: Míra inflace, vývoj spotřebitelských cen vybraných výrobků (1989-2018) [online]. ČSÚ [3. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/ceska-republika-od-roku-1989-v-cislech-2018>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. ČSÚ: Výroba jatečných zvířat v České republice [online]. ČSÚ [3. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/graf-vyroba-jatecných-zvirat-v-ceske-republice>



ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. ČSÚ: Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů na 1 obyvatele (1989-2018) [online]. ČSÚ [3. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/ceska-republika-od-roku-1989-v-cislech-2018>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. ČSÚ: Vývoj stavů hospodářských zvířat [online]. ČSÚ [3. 4. 2020]. Dostupné z: [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM06A&z=T&f=TABULKA&skupId=2746&katalog=30840&pvo=ZEM06A&evo=v937\\_!\\_ZEM06A-19892018\\_1](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM06A&z=T&f=TABULKA&skupId=2746&katalog=30840&pvo=ZEM06A&evo=v937_!_ZEM06A-19892018_1)

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. OECD: Meat consumption [online]. OECD [7.5. 2020]. Dostupné z: <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>

**Jiné zdroje:**

ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO. Interní materiály vybraného zemědělského družstva.

## Seznam zkratek

apod.	a podobně
atd.	a tak dále
cca	přibližně
CP	celkový prodej
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
kg	kilogramy
ks	kusy
Kč	koruna
MP	masný průmysl
MS	Microsoft
m <sup>3</sup>	metr krychlový
např.	například
obr.	obrázek
OECD	Organizace pro Evropskou hospodářskou spolupráci
OP	ostatní prodej
OV	ostatní výdej
popř.	popřípadě
resp.	respektive
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
str.	strana
SW	software
tj.	to je
tzv.	takzvaně
USA	Spojené státy americké

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, bakalářskou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 7.5.2020

Marcel Hejman

jméno a příjmení studenta

## Seznam příloh

Příloha 1      Proměnné diagramu toků

## Příloha 1: Proměnné diagramu toků

### Stavové proměnné

Název proměnné	Populace prasat
Popis	Celkový počet prasat v daném čase
Jednotky	ks
Rovnice	„Přírůstek prasat“ - Uhynutí - „Úbytek prasat“
Počáteční hodnota	1 372
Obor hodnot	(0; 5 272)

Název proměnné	Krmivo
Popis	Celkové množství krmiva na skladě v daném čase
Jednotky	kg
Rovnice	„Příjem krmiva“ - „Úbytek krmiva“
Počáteční hodnota	17 750
Obor hodnot	(0; 70 000)

### Hlavní tokové proměnné

Název proměnné	Přírůstek prasat
Popis	Množství prasat, které přibýlo do stáda
Jednotky	ks
Rovnice	„Narozená selata“ + „Nákup prasat“ + „Přesun z jiného střediska“

Název proměnné	Uhynutí
Popis	Množství uhynulých prasat
Jednotky	ks
Rovnice	(„Populace prasat“ * „Koeficient nutné porážky“) + („Populace prasat“ * „Koeficient úhynu“)

Název proměnné	Úbytek prasat
Popis	Množství prodaných prasat
Jednotky	ks
Rovnice	„Masný průmysl“ + „Ostatní prodej“ + „Ostatní výdej“

Název proměnné	Příjem krmiva
Popis	Množství krmiva, které přibýlo na sklad
Jednotky	kg
Rovnice	„Nákup krmiva“ + „Doplnění krmiva“

Název proměnné	Úbytek krmiva
Popis	Množství krmiva, které bylo spotřebováno
Jednotky	kg
Rovnice	„Populace prasat“ * „Konzumace krmiva na prase“

### Proměnné související s příjmem prasat

Název proměnné	Přesun z jiného střediska
Popis	Průměrný měsíční přesun prasat z jiného družstva
Jednotky	ks
Hodnota	400
Obor hodnot	(200; 600)

Název proměnné	Nákup prasat
Popis	Průměrný měsíční nákup prasat
Jednotky	ks
Hodnota	30
Obor hodnot	(0; 60)

Název proměnné	Narozená selata
Popis	Počet narozených selat
Jednotky	ks
Rovnice	„Populace prasat“ * „Koeficient přírůstku prasat“

Název proměnné	Koeficient přírůstku prasat
Popis	Koeficient vyjadřující koeficient narození prasat
Rovnice	255/1 372
Hodnota	0,1859

### Proměnné související s úmrtím prasat

Název proměnné	Koeficient úhynu
Popis	Koeficient vyjadřující počet uhynulých prasat
Rovnice	2 464/209 665
Hodnota	0,0118

Název proměnné	Koeficient nutné porážky
Popis	Koeficient vyjadřující počet nutně poražených prasat
Rovnice	3 254/209 665
Hodnota	0,0155

### Proměnné související s prodejem

Název proměnné	Celkový prodej
Popis	Počet kusů ze stáda, které je určeno k prodeji
Jednotky	ks
Rovnice	„Populace prasat“ * „Procento CP“ / 100

Název proměnné	Masný průmysl
Popis	Množství prasat, které je prodáno primárním zákazníkům
Jednotky	ks
Rovnice	(„Celkový prodej“ * „Procento MP“ / 100) * („Vliv ceny na poptávku po maso“ / 10)

Název proměnné	Ostatní výdej
Popis	Množství darovaných prasat zákazníkům
Jednotky	ks
Rovnice	„Celkový prodej“ * „Procento OV“ / 100

Název proměnné	Ostatní prodej
Popis	Množství prodaných prasat soukromým osobám
Jednotky	ks
Rovnice	(„Celkový prodej“ * „Procento OP“ / 100) * („Vliv ceny na poptávku po maso“ / 10)

### Procenta

Název proměnné	Procento CP
Popis	Procento celkového prodeje
Základní hodnota	45
Obor hodnot	(0; 100)

Název proměnné	Procento MP
Popis	Procento prodeje do masného průmyslu
Základní hodnota	98,8
Obor hodnot	(90; 100)

Název proměnné	Procento OV
Popis	Procento ostatního výdeje
Základní hodnota	0,2
Obor hodnot	(0; 1)

Název proměnné	Procento OP
Popis	Procento ostatního prodeje
Základní hodnota	1
Obor hodnot	(0; 9)

### Proměnné související s poptávkou

Název proměnné	Poptávka
Popis	Koeficient poptávky, která je určena velikostí ceny za vepřové maso
Vstupní hodnota	Cena
Obor hodnot	(1; 10)

Název proměnné	Cena
Popis	Cena za jedno prase (115 kg)
Jednotky	Kč
Základní hodnota	4 025
Obor hodnot	(3 220; 4 715)

### Proměnné související s příjmem krmiva

Název proměnné	Nákup krmiva
Popis	Množství nakoupeného krmiva, které je závislé na spotřebě krmiva
Jednotky	kg
Rovnice	(„Úbytek krmiva“ * „Koeficient nákupu krmiva“)

Název proměnné	Koeficient nákupu krmiva
Popis	Náhodné číslo od 0,87 do 1,32 znázorňující množství nakoupeného krmiva
Rovnice	RANDOM NORMAL (0.87, 1.32, 1.01, 0.08, 0)
Obor hodnot	(0,87; 1,32)

Název proměnné	Doplnění krmiva
Popis	Množství krmiva, které je nutno dokoupit, aby bylo krmiva dostatek
Jednotky	kg
Rovnice	Graf (Krmivo)

### Proměnné související s úbytkem krmiva

Název proměnné	Konzumace krmiva na prase
Popis	Průměrné množství zkonsumovaného krmiva na prase
Jednotky	kg
Hodnota	108

*Zdroj: vlastní zpracování*